

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## Fakulta strojní

Studijní program B2341 – Strojírenství

Materiály a technologie

Zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie

Oddělení tváření kovů a plastů

**Umělé stárnutí lepených spojů v solném korozním prostředí**

**Artificial aging of bonded joints in corrosive salt environment**

Václav Bišický

**KSP – TP – B**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Doubek, Ph.D. - *TU v Liberci*

Konzultant diplomové práce: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D. - *TU v Liberci*

**Rozsah práce a příloh:**

**Počet stran** 46

**Počet tabulek** 12

**Počet příloh** 11

**Počet obrázků** 20

**Datum:** 5. 1. 2011



## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Jméno a příjmení	<b>Václav B I Š I C K Ý</b>
Studijní program	<b>B2341 Strojírenství</b>
Studijní obor	<b>3911R018 Materiály a technologie</b>
Zaměření	<b>Tváření kovů a plastů</b>

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

### **Umělé stárnutí lepených spojů v solném korozním prostředí**

#### **Zásady pro vypracování:**

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení se s technikou a procesy lepení při stavbě karoserie automobilu.
2. Vliv podmínek prostředí na kvalitu a životnost lepených spojů
3. Charakteristika základních způsobů hodnocení lepených spojů se zaměřením na hodnocení stárnutí spojů a jejich korozní odolnost.
4. Experimentální ověření provozních podmínek nové korozní komory a vyhodnocení vlivu podmínek stárnutí na kvalitu lepených spojů v různých simulačních zařízeních.
5. Vyhodnocení získaných výsledků.
6. Závěr.

# **A N O T A C E**

## **TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

### **Fakulta strojní**

#### **Katedra strojírenské technologie Oddělení tváření kovů a plastů**

Studijní program: B2341 – Strojírenství

Student: Václav Bišický

Téma práce: Umělé stárnutí lepených spojů v solném korozním prostředí  
Artificial aging of bonded joints in corrosive salt environment

Číslo BP: KSP – TP – B

Vedoucí BP: Ing. Pavel Doubek, Ph.D. - *TU v Liberci*

Konzultant: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D. - *TU v Liberci*

#### **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá ověřením funkčnosti nové korozní komory na Technické univerzitě v Liberci. Tato komora byla porovnávána s jinou korozní komorou využitím výsledků mechanických zkoušek lepených spojů a pomocí výsledků zkoušky solnou mlhou.

#### **Abstract:**

This bachelor thesis deals with verification of functionality of the new corrosion test chambers at the Technical University of Liberec. This chamber was compared with another one corrosion chamber by using the results of mechanical tests on glued joints and by using the results of salt spray test.

**Místopřísežné prohlášení:**

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, 5. ledna 2011

.....

Václav Bišický  
Sukorady 105  
294 06 Březno

### **Poděkování:**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Doubkovi, Ph.D. a Ing. Michaele Kolnerové, Ph.D. za věcné připomínky, cenné rady a podněty, které mi pomohly při vypracování bakalářské práce.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině, která mě ve studiu vždy podporovala a podporuje.



## OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....</b>	<b>8</b>
<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
2.1 Technologie lepení .....	10
2.2 Výhody a nevýhody lepení .....	12
2.3 Pevnost lepeného spoje.....	13
2.4 Lepidla .....	13
2.4.1 Rozdělení lepidel .....	13
2.5 Koroze .....	16
2.6 Ochrana proti korozi.....	17
2.6.1 Kataforézní lakování.....	17
2.7 Zkušební komory.....	19
2.8 Zkoušky lepených spojů .....	21
2.8.1 Rozdělení zkoušek na dvě hlavní skupiny .....	21
2.8.2 Pevnost lepených spojů ve smyku .....	22
2.8.3 Pevnost lepených spojů v odlupování.....	23
2.9 Zkouška korozního prostředí dle ISO 9227 NSS .....	24
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....</b>	<b>26</b>
3.1 Cíl práce.....	26
3.2 Použité materiály na pevnostní zkoušky.....	26
3.3 Příprava vzorků na pevnostní zkoušky .....	27
3.4 Umělé stárnutí vzorků pro pevnostní zkoušky .....	29
3.5 Mechanické zkoušky vzorků.....	29
3.5.1 Provedení zkoušky ve smyku dle PV 12.35 .....	30
3.5.2 Provedení zkoušky v odlupování dle ISO 11339.....	31
3.6 Provedení zkoušky solnou mlhou dle ISO 9227 NSS .....	31
<b>4. VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....</b>	<b>33</b>
4.1 Výsledky pevnostních zkoušek .....	33
4.1.1 Vyhodnocení výsledků zkoušky smykové pevnosti dle PV 12.35 .....	33
4.1.2 Vyhodnocení výsledků zkoušky odlupovací pevnosti dle ISO 11339 .....	36



4.2 Výsledky zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS .....	39
4.2.1 Vyhodnocení výsledků zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS.....	39
<b>5. ZÁVĚR.....</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>46</b>



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

<u>označení</u>	<u>jednotka</u>	<u>význam</u>
TUL		Technická univerzita v Liberci
TU		Technická univerzita
atd.		a tak dále
např.		například
KTL		kataforetické lakování / kataforéza
aj.		a jiné
$R_m$	MPa	mez pevnosti
$R_{p0,2}$	MPa	smluvní mez v kluzu
ISO		Mezinárodní organizace pro normalizaci
$V \times \check{S} \times H$		výška $\times$ šířka $\times$ hloubka
tj.		to je
pH		kyselost
Obr.		obrázek
resp.		respektive
č.		číslo
ŠA		firma Škoda Auto a.s.
Tab.		tabulka
CF	%	kohezní porušení
SCF	%	speciální kohezní porušení
AF	%	adhezní porušení
HDG		druh plechu s povrchovou úpravou
EG+PH		druh plechu s povrchovou úpravou
ČSN		Česká státní norma
EN		Evropský výbor pro normalizaci
DIN		Německé průmyslové normy
PV		interní normy koncernu Volkswagen
ISO		Mezinárodní organizace pro normalizaci
$F_{max}$	[N]	maximální odlupovací síla
$F_{Sab}$	[N/mm]	střední odlupovací pevnost
$\tau$	[MPa]	pevnost ve smyku
$\Delta m$	[g]	rozdíl hmotností
K	[g/m <sup>2</sup> ]	korozní úbytek
S	[m <sup>2</sup> ]	plocha referenčního vzorku
ks		kus





## 1. ÚVOD [1, 2, 3]

Technologie lepení má kořeny již v době kamenné, kde se používalo zdrojů lepidel rostlinného původu. Od prvního patentu na výrobu lepidla uděleného v Americe roku 1814, prakticky až do druhé světové války, bylo lepení využíváno především na výrobu překližek a v obuvnickém průmyslu. Za druhé světové války už bylo vše jinak, lepení se hojně rozšířilo v leteckém průmyslu, kde má své výrazné uplatnění dodnes. Postupem času tak vytlačovalo z oblasti spojování klasické metody, jako jsou svařování, šroubování a nýtování. Lepení ovšem tyto metody plně nenahrazuje, využívají se spoje s jejich vzájemnou kombinací, které mají takové finální vlastnosti, jakých by se těžko běžnými způsoby spojování dalo dosáhnout. V dnešní době lepidla díky chemickému pokroku nacházejí uplatnění ve všech oborech průmyslu. Především v automobilovém průmyslu, kde zastávají nejen funkci pevnostní, ale i těsnící a v neposlední řadě také v opravárenství.

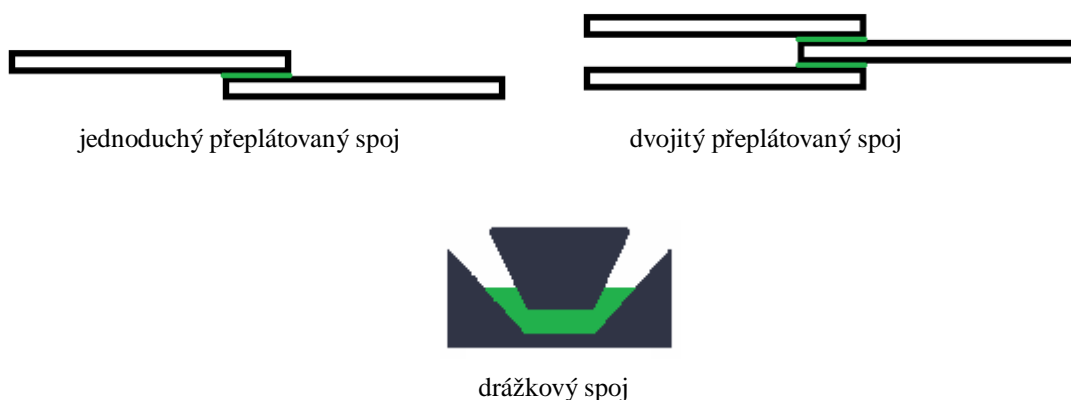
Na kvalitu lepených spojů nejen v automobilovém průmyslu má kromě technologických a konstrukčních faktorů základního materiálu také vliv prostředí, v němž se spoj nachází. Působení změn teploty, vlhkosti, povětrnosti, kyselosti prostředí a různých záření má za následek snížení kvality a jakosti spoje. Těmto vlivům lze částečně předcházet použitím vhodné povrchové úpravy materiálu před lepením a po lepení. Vzhledem k neustálému vývoji nových materiálů a povrchových úprav samotných materiálů, ze kterých je spoj tvořen, je nutno odzkoušet jejich odolnost a vhodnost pro použití. K tomu se využívá korozních a klimatických komor, které simulují požadované podmínky prostředí a tím několikanásobně urychlují stárnutí materiálu oproti pobytu v přirozené expozici. S využitím zkušebních komor jde vývoj lepených konstrukcí automobilů rychle dopředu a snižují se celkové náklady na údržbu a obnovu povrchové ochrany konstrukcí.

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou stárnutí lepených spojů v oblasti lepení karosářských dílů. Cílem práce je ověřit funkčnost a porovnat dvě zkušební korozní komory. Novou, ještě neprovozovanou komoru na Katedře strojírenské technologie Technické univerzity v Liberci a provozní komoru ve Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi. Cílem práce je vyhodnotit proces stárnutí lepených vzorků u obou komor, korozní agresivitu a provozní podmínky v nové korozní komoře na Technické univerzitě v Liberci. K porovnání budou využity výsledky testů lepených spojů v odlupu dle ISO 11339 i ve smyku PV 12.35 po korozním stárnutí dle PV 12.10 a výsledky zkoušek korozního prostředí pro cyklické korozní komory dle ISO 9227 NSS. Z důvodu širšího záběru výsledků budou pro spojování kovových dílů použita tři různá lepidla. Výsledek tak bude efektivnější.

## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Technologie lepení [1,4,5]

Technologii lepení je možné charakterizovat jako soubor operací, při kterých se vytváří nerozebíratelné nebo částečně rozebíratelné spojení dvou stejných nebo různých materiálů za pomoci vybraného lepidla (adheziva). V automobilovém průmyslu se technologie lepení využívá nejčastěji v kombinaci s bodovým svařováním. Jde však o složitý systém, u kterého se snažíme dosáhnout co nejlepších vlastností slepovaného celku. Lepidla ve spoji nám jednak zajišťují přenos sil a snižují vibrace mezi namáhanými díly karoserie, a zároveň mají funkci protikoroze ochrany nebo těsnícího prostředku před vstupem nežádoucích vlivů jako je voda či vzduch do spoje. Pro lepení karoserie automobilu se nejvíce využívá jednoduchého překládaného spoje, dvojitého překládaného spoje nebo drážkového spoje pro přesnější slícování obou dílů karoserie. Ukázka základních typů spojů je na obr. 2.1. Hlavním kritériem pro návrh a konstrukci spoje je jeho bezpečnost při použití v provozu.



*Obr. 2.1: spoje používané při lepení karoserií*

K vytvoření kvalitního lepeného spoje je třeba dodržovat základní podmínky [1]:

- správný návrh konstrukce spoje a ekonomická analýza
- správná volba materiálů (lepidla a adherendu)
- správná povrchová úprava adherendů
- dodržení správného postupu použití lepidla
- vytvoření dokonalých mechanických a fyzikálně-chemických podmínek pro vznik pevných vazeb.

Technologický postup lepení má tyto fáze:

- příprava povrchu adherendu
- příprava lepidla
- nanášení lepidla
- montáž spoje
- vytvoření pevného spoje



### **Správný návrh konstrukce spoje a ekonomická analýza**

Při vytváření lepeného spoje je nejprve zapotřebí provést správnou konstrukční a ekonomickou analýzu. Nejdůležitějším bodem je zjistit, zda je technologie lepení v porovnání s ostatními technologiemi spojování tou správnou volbou pro tento druh spoje. Při návrhu se zjišťuje, zda dané spojení bude vyhovovat z hlediska pevnosti a bezpečnosti. Tyto faktory závisí na životnosti spoje, kterou ovlivňují fyzikálně-mechanické vlastnosti lepených materiálů a lepidla, geometrie spoje, a pokud je lepení kombinováno s jiným způsobem spojování. Nakonec se spoj hodnotí nejen z konstrukčního a ekonomického hlediska, ale nesmí se zapomenout také na estetičnost spoje.

### **Správná volba adherendu a lepidla**

Z vypočítaných údajů o konstrukci spoje se řídí výběr materiálů. Materiál musí vyhovovat pevnostním a tvarovým požadavkům v daných provozních podmínkách. Dále hodnotíme materiál z hlediska stárnutí, což závisí na jeho chemické a korozní odolnosti. Z námi vybraných vyhovujících materiálů volíme ten ekonomicky nejvýhodnější, u něhož definujeme vlastnosti povrchu, pružnost a dilatační charakteristiky. To je důležité pro následný výběr lepidla.

Pravidlem pro zvolení správného lepidla je, aby se svými vlastnostmi co nejvíce podobalo lepenému materiálu. Koheze a adheze lepidla k adherendu má být co největší jaké lze maximálně dosáhnout. Je důležité, aby bylo odolné vůči vnějším vlivům, především stárnutí vlivem povětrnosti, vlivem vody a mělo potřebnou izolační schopnost nebo vodivost. Pro aplikaci je nejlepší pokud lepidlo vyžaduje minimální úpravy před lepením, a po aplikaci nejjednodušší vytvrzení bez použití vysokých tlaků a teplot. Některá lepidla vyžadují dokonalou povrchovou úpravu, což značně zvyšuje časovou náročnost výroby spoje. Mnoho lepidel s vysokou pevností má na druhé straně také svoje nedostatky, jako je nízká tepelná odolnost nebo chemická resp. korozní odolnost. Proto je zapotřebí stejně jako při volbě materiálu hledat kompromisy.

### **Příprava povrchu a lepidla**

Důležitou úlohu při přípravě povrchu hraje smáčivost substrátu lepidlem. Čím větší smáčivosti adherendu se povrchovou úpravou dosáhne, tím lepší podmínky nastanou pro vznik adhezivních vazeb a roste pevnost spoje. Různé typy materiálů vyžadují různé povrchové úpravy, včetně jejich kombinací. Jde o kombinaci mechanických (broušení, pískování, obrábění), fyzikálních (ozařování gama/ultrafialové/infračervené, iontové bombardování, ultrazvukové čištění, polarizace oxidačním plamenem, vysoušení) a chemických povrchových úprav (odmašťování tampónem/v parách/v koupeli, moření fosfatizace, anodická oxidace). Tyto operace ovlivňují nejen adhezi, ale i mechanické zakotvení lepidla.

Při přípravě lepidla zvažujeme podle druhu lepidla způsob nanášení a způsob vytvrzování. Viskozita lepidla se upravuje ředěním nebo plněním pomocí plniv ve formě prášků, vláken či papíru. Vytvrzení probíhá ve vhodném zařízení (sušárna, lakovací lázeň). S nanášením lepidla nám pomohou různé přípravky, strojní zařízení nebo v případě jednotlivých kusů se používá běžně ruční nanášení např. z vytlačovací pistole.

### **Montáž spoje**

Během montáže spoje, která musí proběhnout za určitý čas, neboť dochází k odpařování rozpouštědel, tuhnutí a vytvrzování lepidla, se používají vhodné přípravky pro dosažení správné vrstvy lepidla. Přípravky dále zajišťují předepsaný tlak a fixaci spoje proti pohybu vlivem vytvrzování.



## 2.2 Výhody a nevýhody lepení [1, 2]

Lepením nelze nahradit tradiční metody spojování, ale lze ho využít jako jejich vhodný doplněk. Nejčastěji se objevuje v kombinaci se svařováním, zejména v automobilovém průmyslu, kde má za cíl jednak zvýšit celkovou pevnost a tuhost spoje a zároveň vytvářet těsný spoj. Lepené spoje jsou nejodolnější při namáhání ve smyku, naopak nejhorší pevnost je v odlupování. Při spojování pomocí nýtů či šroubů dochází v místě otvoru k místní koncentraci napětí a tím se snižuje pevnost a využitelnost daného materiálu oproti použití aplikace lepení. Dále se lepení používá tam, kde nelze volit jinou metodu spojování, než je lepení. Při uvádění výhod a nevýhod je potřeba brát ohled na některá jejich specifika, u kterých nelze jednoznačně říci, zda se jedná o prospěšnou, či neprospěšnou vlastnost. Například adhezivum v lepeném spoji můžeme brát jednak jako elektrický izolátor mezi spojovanými díly, jindy zase jako schopné médium přenášet elektrický náboj. Záleží tedy na požadovaných vlastnostech spoje.

Tab. 2.1: Výhody a nevýhody lepení

Výhody lepení	Nevýhody lepení
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení pevnosti</li> <li>• útlum vibrací</li> <li>• snížení hmotnosti</li> <li>• zvýšení bezpečnosti při poruše</li> <li>• snížení výrobních nákladů</li> <li>• nedochází k ovlivnění struktury základního materiálu</li> <li>• stejnoměrné rozložení napětí v celém spoji</li> <li>• těsnost spoje, zvýšená odolnost proti korozi</li> <li>• možnost spojovat různé materiály, které by jinou technologií nebylo možné spojit</li> <li>• dobrá elektrická izolace</li> <li>• dobrá tepelná a zvuková izolace</li> <li>• možnost spojovat velmi tenké materiály</li> <li>• možnost spojení velkých ploch</li> <li>• hladké vnější povrchy</li> <li>• úspora lícování</li> <li>• možnost spojení za nízké teploty, která neovlivní základní materiál</li> <li>• možnost miniaturizace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• malá odolnost proti zvýšení teploty</li> <li>• nízká odolnost spoje proti namáhání v odlupování</li> <li>• nutnost úpravy ploch adherendů před lepením</li> <li>• většinou jsou třeba vytvrzovací přípravky</li> <li>• dlouhé vytvrzovací doby lepidla</li> <li>• citlivost spoje na nárazy a na některé chemikálie</li> <li>• náchylnost ke creepu při dlouhodobém používání</li> <li>• špatná elektrická izolace</li> </ul>



## 2.3 Pevnost lepeného spoje [1, 2, 6]

Na pevnost spoje působí vnitřní vlivy jako je vliv povrchové úpravy adherendu, vliv vlastností spojovaných materiálů, vlastností lepidla, podmínek namáhání, tvaru spoje, geometrických parametrů, způsobu namáhání. Tyto vlivy jsou závislé na vlastnosti jejich složek a na jejich vzájemných vztazích. Vlastnosti těchto složek jsou ovlivňovány vnějšími vlivy mimo sil a napětí, které spoj přenáší. Mezi vnější vlivy patří teplota, vlhkost, kontakt s vodou, chemickými činidly a atmosférická koroze.

Vliv teploty na pevnost spoje registrujeme až od hodnoty *tepelné odolnosti spoje*, jež zahrnuje tepelnou odolnost substrátu, lepidla a změny tepelné dilatace substrátu a lepidla. Změnou teploty se ale také mění mechanické vlastnosti součástí spoje, což je nutno brát v úvahu při návrhu spoje.

## 2.4 Lepidla [1, 4, 6]

Lepidlo je materiál schopný při sobě držet adhezivními a kohezivními silami povrchy tuhých látek. Lepidlo je složitá směs skládající se z více složek. Hlavními složkami jsou adhezivní základ neboli spojivo, které dodává lepidlu a spojovanému materiálu požadované vlastnosti, zejména pevnost a odolnost. Dalšími složkami pak jsou nosná média, katalyzátory a tvrdidla, urychlovače, inhibitory a modifikátory. Podrobný popis všech složek zde nebudeme z důvodu rozsahu práce popisovat, je možné jej vyhledat v literatuře [1].

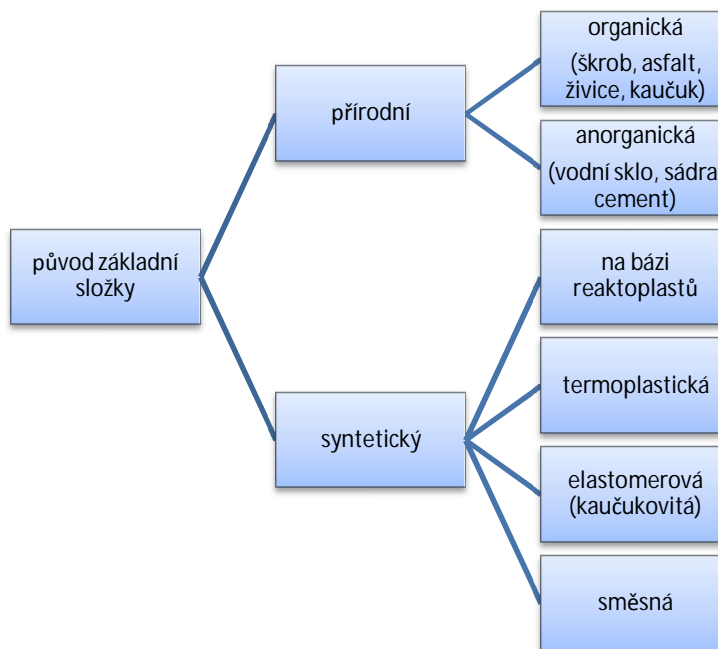
### 2.4.1 Rozdělení lepidel

Postupem vývoje lepidel a s přibírajícím množstvím sortimentu lepidel bylo zapotřebí vytvořit přehledný systém lepidel, který by umožňoval metodický cílevědomý výběr lepidla pro požadovanou aplikaci. Roztřídění a klasifikace lepidel je složitý problém, neboť množství druhů a výrobců lepidel neustále přibývá.

Lepidla lze dělit podle mnoha hledisek, mezi nejznámější patří rozdělení:

- podle chemického složení
- podle druhu vazby
- podle nosného média
- podle formy a fyzikálního stavu
- podle tekutosti
- podle způsobu vytvrzování, tvorby vazby
- podle odolnosti, lepivosti, reaktivnosti
- podle použití atd.

Z důvodu rozsahu práce jsem se zaměřil pouze na rozdělení lepidel podle chemického složení, neboť chemické složení je nejvšeobecnějším základem pro rozdělení lepidel, a dále pak na rozdělení lepidel podle principu tuhnutí ve spoji neboli způsobu vytvrzování.

**Rozdělení lepidel podle chemického složení [4]**

Obr. 2.2: Rozdělení lepidel podle chemického složení

**Rozdělení lepidel podle principu tuhnutí ve spoji [6]**

- *Lepidla roztoková, tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody*
  - Spojované povrchy musí být porézní a propustné pro plyny. Lepidla jsou rozpustná ve vodě, tím pádem odpadají problémy s toxicitou a hořlavostí organických rozpouštědel. Jsou nejlevnější díky dostupnosti surovin potřebných k výrobě.
  - Lepidla albuminová, glutinová, škrobová a dextrinová, obsahující sloučeniny celulosy, na bázi polyvinylalkoholu
- *Lepidla disperzní a suspenzní, tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody*
  - Film lepidla tuhne vsakováním vody do adherendu a jejím odpařením, proto musí být alespoň jeden materiál porézní. Mají poměrně vysoký obsah sušiny 50 až 60%, přesto zůstávají nízkoviskózními látkami. Zpracovávají se nad teplotou, kdy ještě vzniká souvislý polymerní film – nad teplotou minimální filmotvorné teploty. Nebezpečí stárnutí kaučukových lepidel ve spoji.
  - asfaltové emulze, kaučukové latexy, polyvinylacetátové disperze, polyakrylátové disperze
- *Lepidla roztoková tuhnoucí odtěkáním organických rozpouštědel*
  - Spoj vzniká vsáknutím a odpařením rozpouštědla. Vytvářejí jen velmi tenký film, proto mají jen minimální schopnost vyplnit nerovnosti povrchu adherendu, přičemž k maximální pevnosti spoje dojde až po úplném vytěkání zbytků rozpouštědel. Problém stárnutí (křehnutí) kaučukového lepidla ve spoji.
  - Lepidla kaučuková, ze sloučenin celulosy, polyakrylátová a polymethakrylátová, polyamidová, polystyrenová, polysulfidová, polyvinylacetalová, polyvinylacetátová, na bázi PVC a chlorovaného PVC.



- *Lepidla reaktivní tuhnoucí vlivem zvýšené teploty*
  - Některé syntetické pryskyřice nebo lepidla lze vytvrdit změnou vnějších podmínek např. za zvýšené teploty.
  - Lepidla epoxidová jednosložková, fenolformaldehydová jednosložková, melaminformaldehydová pojiva, tepelně odolná polyamidová, polybenzimidazolová
- *Lepidla reaktivní tuhnoucí vlivem vlhkosti prostředí*
  - Lepidlo tuhne polymerací za vzdušné vlhkosti, film lepidla se po tuhnutí smrští a má dobrou adhezi, houževnatost a elasticitu. Vhodné pro lepení kovů (pevnost ve smyku 12 až 18 MPa), porcelánu, skla pryže, ale i živých tkání; obtížná výroba – vysoká cena.
  - Lepidla kyanakrylátová
- *Lepidla reaktivní tuhnoucí kontaktem s kovy*
  - K vytvrzení dojde po kontaktu s povrchem kovu za normální teploty v nepřítomnosti vzdušného kyslíku. Používají se k těsnění a spojení kovových dílů, šroubů, přírubových spojů; akrylátová lepidla mají vysokou odolnost proti stárnutí.
  - Lepidla akrylátová
- *Lepidla reaktivní tuhnoucí po přidání tvrdidel*
  - Vhodná k lepení kovů, skla, keramiky, nepoužitelná pro lepení termoplastů. Před použitím jsou v kapalném nebo pevném stavu – ta je nutno vytvrdit. Je potřeba zachovat poměr mísení pryskyřice s tvrdidlem.
  - Lepidla epoxidová, fenolformaldehydová, fenolresorcinolformaldehydová, močovinoformaldehydová, polyesterová, polymethakrylátová, polyuretanová
- *Lepidla tavná*
  - Ve formě pevné látky se při 120 až 200 °C zkapalní a stanou se lepivými. Nanášejí se na jednu lepenou plochu a po spojení dílů se ke slepení použije na několik sekund mírný tlak. Kromě aktivace teplem je možno tavná lepidla aktivovat rozpouštědlem. Vyskytují se také ve formě prášků, fólií nebo pásků. Spoj nesmí vykazovat studený tok; je ho možné opět rozpojit zahřátím.
  - Tavná lepidla ze sloučenin celulosy, na bázi termoplastických polymerů, z polyamidu, z polyesterů, z polyethylenu
- *Lepidla stále lepivá, citlivá na tlak*
  - Spojení se dosáhne přitlačením samolepící pásky, folie. Nosičem bývá papír, fólie, textilie, skleněné i kovové fólie. V ideálním případě lze pásku znovu použít, ale adheze lepidla k nosiči musí být větší než adheze k povrchu lepeného spoje. Možno použít též jako ochranu před potřísněním okolí spoje jiným lepidlem.



## 2.5 Koroze [7]

Koroze je nevratný děj, který vlivem chemických nebo fyzikálně chemických prostředí vede k rozrušování materiálu a tím k jeho ztrátě vzhledových i funkčních vlastností a znehodnocení. Korozí nepodléhají pouze kovy, ale i plastické hmoty, přírodní materiály, textil, keramika aj. Prakticky všechna přírodní prostředí na Zemi způsobují korozi, počínaje zemskou atmosférou, různými půdami, v nichž jsou zařízení, přírodní vody říční, ale hlavně mořské, které působí nejagresivněji. Kromě přírodních prostředí se koroze vyskytuje zejména ve výrobních technologiích chemického, potravinářského a energetického průmyslu, kde dochází ke kontaktu materiálu s chemikáliemi, vodní párou a dalšími plyny v prostředí o vysokém tlaku a teplotě.

Průběh korozního procesu je dán tím, že korozní systém materiál – korozní prostředí směřuje do neuspořádanějšího stavu s menší volnou entalpií, přičemž samovolný průběh koroze je umožněn, pouze pokud je energie původních složek korozního systému větší než energie korozních produktů.

Důsledkem koroze je úbytek materiálu, snížení pevnosti a s tím související možné poruchy. Nejintenzivnější poškození materiálu vzniká při současném působení chemických a fyzikálních (mechanických) vlivů. Například současné působení abrazních a korozních činitelů v plynném prostředí za vysokých teplot.

**Podle mechanismu korozních procesů je možno korozi rozdělit na:**

- chemickou
- elektrochemickou

### Chemická koroze

Chemická koroze probíhá pouze v elektricky nevodivém prostředí v přítomnosti neelektrolytů a v suchých plynech. Ke koroznímu rozrušení dochází v důsledku chemické reakce kovových i nekovových složek materiálů s plyny o vysokých teplotách. Při reakci materiálu s plyny oxidačního charakteru vzniká vrstva korozních splodin, při reakci materiálu s plyny redukčního charakteru vznikají kovalentní sloučeniny (jako  $H_2S$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$ ), nízemocné kationty až kovy. Příkladem napadení materiálů chemickou korozí jsou koroze parní a plynové turbíny pracující za vysokých teplot a tlaků nebo tvorba okujů při tváření ocelí za tepla.

### Elektrochemická koroze

Elektrochemická koroze probíhá v elektricky vodivém prostředí – vodné roztoky a taveniny hydroxidů a solí, nebo za zvýšené vzdušné vlhkosti. Oxidační a redukční reakce probíhá vzájemně za průchodu elektrického proudu korodujícím kovem. Oxidaci, tedy korozi odpovídá anodická reakce. Katodická reakce naopak depolarizuje oxidující složky obsažené v roztoku.

### Druhy korozního napadení

Druhy korozního napadení se rozlišují podle intenzity a charakteru porušení struktury na napadení rovnoměrné, nerovnoměrné a skvrnité, důlkové a bodové, nitkové podpovrchové, selektivní, mezikrystalové, transkrystalové a extrakční a dále korozní trhliny a lomy.





## 2.6 Ochrana proti korozi [7]

Důležitou součástí každého projektu a konstrukce je vyřešit problém protikorozní ochrany. Správný výběr protikorozní ochrany závisí na technických, ale také samozřejmě na ekonomických podmínkách. Cílem ochrany proti korozi je korozi zabránit nebo ji alespoň zpomalit. Volba druhu protikorozní ochrany vychází již z návrhu projektanta a metody ochrany proti korozi lze rozdělit takto:

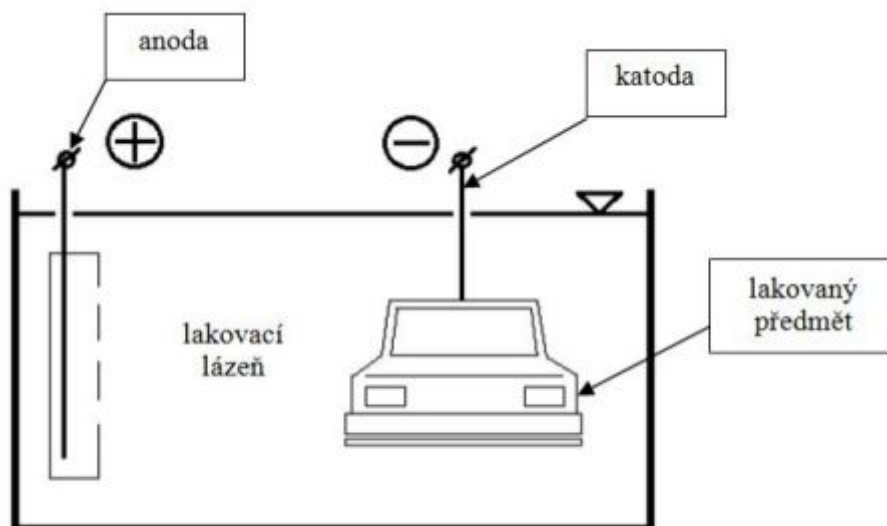
- volit vhodný konstrukční materiál, který bude korodovat technicky únosným způsobem
- změnit vlastnosti korozního prostředí přísadou vhodného inhibitoru, nebo změnou fyzikálních parametrů (tlak, teplota, rychlost proudění aj.)
- navrhnout konstrukci tak, aby nezhoršovala korozní podmínky
- při korozi v elektrolytech použít elektrochemické ochrany (katodická/anodická ochrana, elektrickými drenážemi snížit korozní vlivy bludných proudů v půdě)
- nanášet na materiál ochranné povlaky dostatečné korozní odolnosti a tloušťky

Často se pak využívá kombinace několika ochran, především kombinace vhodného materiálu a ochranného povlaku. V této práci se využívá kataforézního lakování, proto se na něj dále zaměříme podrobněji.

### 2.6.1 Kataforézní lakování [8, 9]

Kataforézní, někdy také kataforetické lakování (KTL) bylo prvně použito v roce 1978 ve Francii, kdy nahradilo dříve používané klasické a anaforézní (1963) postupy. Je to poměrně nová metoda lakování a patří k nejmodernějším technologiím povrchových úprav. Zároveň splňuje požadavky na ekologičnost výroby díky nízkému obsahu rozpouštědel (okolo 2%) a patří k nejvíce ekonomickým způsobům lakování díky uzavřenému okruhu barvy.

Před samotným lakováním musí být povrch dokonale zbaven okují, očištěn, odmaštěn a opatřen homogenním jemnozrnným ZN (Fe)-fosfátem. K lakování se využívá vlastností epoxidových nebo akrylátových polymerů (pryskyřice) rozpustných ve vodě. Při lakování je výrobek ponořen do lakovací lázně (elektrolytu) a zapojen jako katoda. Při působení stejnosměrného napětí mezi výrobkem a anodou jsou kationty laku usměrněny pomocí stejnosměrného pole směrem k výrobku, na kterém se začnou vylučovat. Princip lakování je zobrazen na obrázku 2.3 pod textem. S rostoucí vrstvou laku se zvyšuje odpor vrstvy a klesá rychlost vylučování, které pak přednostně probíhá na místech s ještě malou tloušťkou laku (stíněná místa, dutiny). Po dosažení určité vrstvy (15 až 30 μm, při extrémních požadavcích až 45 μm), která je dána velikostí použitého napětí, které se pohybuje běžně mezi 250 – 400 V, se vylučování zastaví. Přebytný lak se opláchne. Vyloučený povlak pevně lne k výrobku a je ho nutno ještě polymerizovat v průjezdných nebo komorových pecích při teplotách 160 – 180 °C po dobu asi 15 minut, aby získal konečné vlastnosti. U lepených konstrukcí zde dochází při těchto teplotách k vytvrzení použitého adheziva. Z tohoto důvodu je zapotřebí při celém procesu KTL zacházet s lepenými výrobky takovým způsobem, aby nedošlo ke změně polohy lepených dílců, dokud nedojde k vytvrzení. Takto olakovaný výrobek je ještě možno dále lakovat práškovým či mokřým lakováním, čímž se ještě více zvýší odolnost materiálu proti korozi.

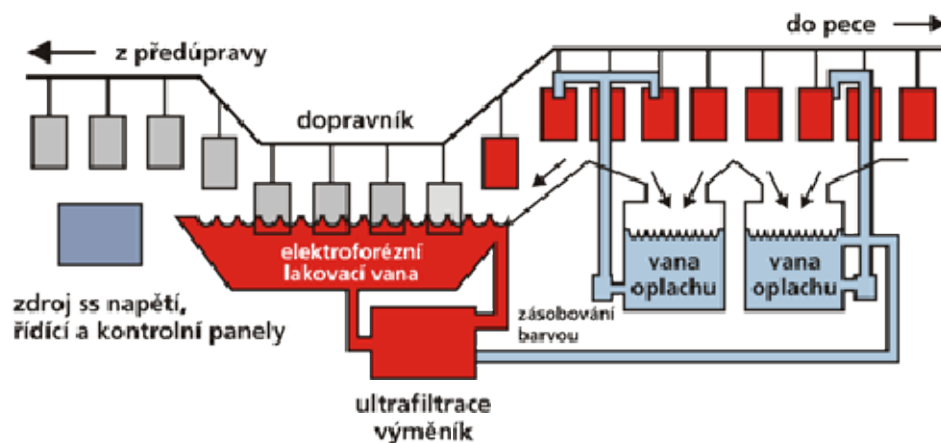


Obr. 2.3: Schéma principu kataforézního lakování

Funkční lázeň se skládá z těchto komponent:

- pryskyřice (pojivo)
- pasta (pigment) – určuje odstín barvy – běžné odstíny jsou šedý, černý, bílý a béžový
- aditiva (rozpuštědla, pH regulátor)

V kataforéze lze ošetřit každý výrobek, který je vodivý, snese teplotu 150 – 2 000 °C a lze ho ponořit. Běžně se KTL používá pro karoserie automobilů, radiátory, domácí spotřebiče (pračky, ledničky), kovový nábytek. Mezi hlavní výhody kataforézního lakování patří vysoká odolnost povlaku (i přes 1000 hodin v solné mlze), rovnoměrná tloušťka povlaku i v těžko přístupných místech, žádná tvorba kapek či závoje, možnost vrchního lakování různými laky, nízké nároky na bezpečnost práce a na obsluhu stroje. Pokud jsou zajištěny všechny požadavky správného postupu výroby, splňuje kataforézní lakování nejnáročnější antikorozi požadavky výrobců a uživatelů v mnoha průmyslových odvětvích.



Obr. 2.4: Schéma kataforézní linky [10]

## 2.7 Zkušební komory [11]

Zkušební komory jsou zařízení, která vytvářejí určitá klimatická prostředí nebo podmínky v uzavřeném prostoru. Zrychlují přírodní pochody, které by za normálních okolností, jako je běžná praxe, trvaly několikanásobně delší dobu. Běžnou praxí se myslí, že by testované materiály byly vystaveny přirozeným podmínkám, v kterých se budou nacházet po dobu svojí životnosti. Jedná se tedy o užitečnou metodu při předvídání odolnosti a životnosti výrobků za různých teplotních a klimatických podmínek. Cílem je, aby komorou vytvořené umělé podmínky co nejvíce odpovídaly těm skutečným v provozu. Zkoušky, které v komorách probíhají, jsou normalizovány a probíhají podle platných norem.

Zkušební komory se rozdělují především podle funkcí, které vykonávají. Mezi základní typy se řadí komory vlhkostní, teplotní, vibrační, tlakové, vakuové, pískové a prachové, komory se simulací slunečního záření. Mnoho komor však nevytváří jen jedno prostředí, ale nabízí možnost kombinace hned několika funkcí a vytváří se tak skutečné podmínky provozu. Mezi další speciální komory patří dešťové komory, komory pro měření ozonu, pro satelity, družice, airbagy automobilů. Dále pak komory se schopností vytvoření vesmírných podmínek pro využití v kosmonautice, komory pro výbušné předměty atd.

V další části se zaměříme na korozní komory, protože je budeme v naší práci používat. Korozní komora používaná na Katedře strojírenské technologie na TU v Liberci je vidět na obrázku 2.5. Je to zařízení pro testování a hodnocení odolnosti materiálu proti korozi a simulaci jeho stárnutí. Korozní komory vytváří různá testovací prostředí – solnou mlhu, kondenzační vlhkost, sušení vzduchem s kontrolovanou vlhkostí nebo jejich kombinace. Solná mlha má za účel vytvořit podmínky podobné podmínkám v přímořských oblastech nebo např. na silnicích v zimním období. Všechna tato prostředí lze naprogramovat do jednoho cyklu. Komory, které tuto funkci umožňují, jsou označovány jako cyklické korozní komory. Cyklus těchto podmínek je řízen programem, který automaticky a opakovaně působí na zkoušený vzorek a vytváří tak reálné korozní podmínky.

Další možnou funkcí, která není pro korozní komoru standardní je možnost vibrací působících na vzorek nebo schopnost komory provádět na vzorku teplotní šok. Toho se dosáhne pomocí účinku tekutého dusíku, nebo mechanickým chlazením, které není tak účinné, ale je provozně ekonomičtější.

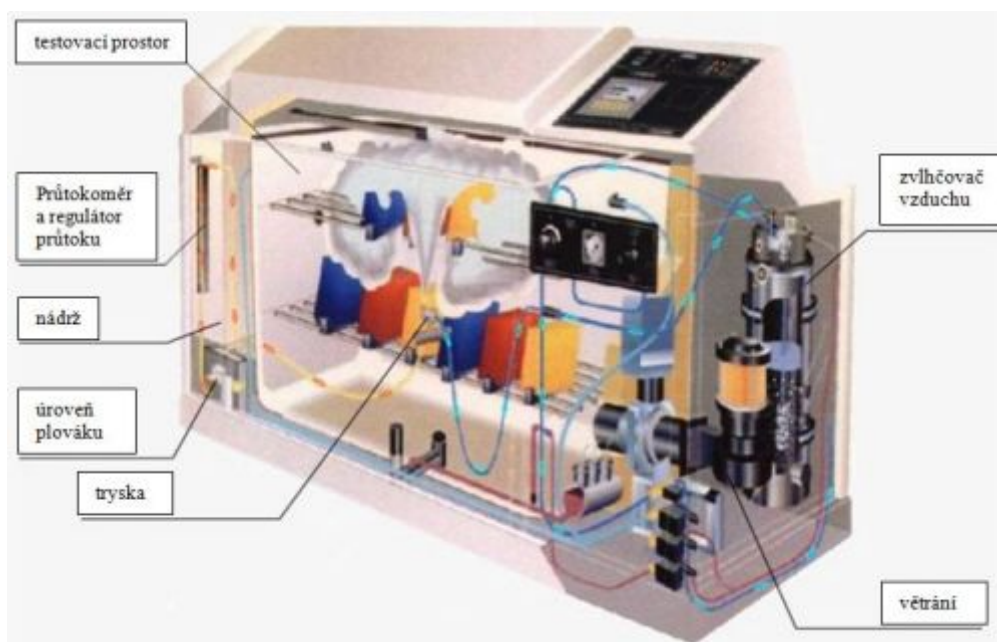


Obr. 2.5: Korozní komora Liebisch SKB 1000 A-TR [12]

Co se týká zkušebních komor, nabízejí výrobci hned několik možností. Komory jsme si rozdělili podle funkcí, které vykonávají. Dalšími parametry jsou rozměry. Výrobci nabízejí možnost výběru od stolní komory o objemu 16 litrů, přes truhlovou (2000l), až ke komorám skříňového typu se systémem walk-in, který umožňuje obsluhu vcházet do vnitřního prostoru a snadněji jej obsluhovat. To se jedná již o velké typy komor, např. pro vzorky karoserií automobilů.

Zkušební komory jsou ovládány pomocí kontrolního panelu, který umožňuje nastavování jednotlivých teplot, vlhkostí, parametrů solné mlhy, rychlosti proudu vzduchu. Vnitřní prostor je tvořen korozivzdorným materiálem, obsahuje vyjímatelné držáky nebo tyče na testované vzorky. Větší vzorky se ukládají na podlahu skříně nebo do různých přípravků. Rozmístění vzorků ve skříně musí být rozvrženo tak, aby při kondenzaci nekapal kondenzát z jednoho vzorku na jiný. K rozprašování solné mlhy slouží trysky. Schéma korozní komory s popisem vnitřních částí je na obrázku 2.6.

Ke kontrole vzorku během korozní zkoušky dochází buď pomocí proskleného okénka, nebo lze víko komory na okamžik otevřít. To platí i pro potřebu otáčení, vyjmutí nebo přidání částí vzorků, ovšem jen po dobu k tomu nezbytně nutnou. Na vnější straně komory se nacházejí nádoby pro sběr a měření množství solné mlhy. Moderní korozní komory jsou schopny vytvořit teplotu působící na vzorek v rozsahu od 70 °C do 180 °C a relativní vlhkost vzduchu RH 10% – 98%. Prioritou pro výrobu moderních komor je ochrana životního prostředí. Nejvíce je životní prostředí zatěžováno emisemi CO<sub>2</sub>, které korozní komory vylučují. Dále je pak potřeba v provozu zajistit správný odtok náplně komory a její odsávání.



Obr. 2.6: Schéma korozní komory Liebisch SKB 1000 A-TR [13]



## 2.8 Zkoušky lepených spojů [1, 6]

Lepidla v průmyslu se podrobují různým zkouškám ke stanovení jejich všeobecných, fyzikálních a chemických vlastností. Nejdůležitější vlastností lepidel je ovšem to, jak si stojí v otázce pevnosti, tedy mechanických vlastností lepeného spoje. Tyto vlastnosti jsou závislé především na konstrukci a tvaru spoje, na použitém materiálu spojovaných dílů a způsobu namáhání.

### 2.8.1 Rozdělení zkoušek na dvě hlavní skupiny

- destruktivní
- nedestruktivní

#### Destruktivní zkoušky

U těchto zkoušek jde o porušení slepovaného dílu s cílem zaznamenat vynaloženou sílu na přetržení vzorku a definovat tak pevnost lepeného spoje. Nejde pouze o mechanické zkoušky, ale také o zkoušky tepelné odolnosti, životnosti a jiné.

Destruktivní zkoušky je možno vykonávat buď na vzorcích lepených ve zvláštním přípravku, nebo na vzorcích z technologických přídavků. Vzorky z technologických přídavků se získávají přímo z lepeného dílu právě odříznutím technologického přídavku, s kterým se pro tyto zkoušky počítá. To znamená, že vzorky absolvují celý proces lepení a vytvrzování ještě jako součást dílu. Vzorky z technologických přídavků jsou výhodnější, než vzorky lepené ve zvláštních přípravcích. Ty jsou lepeny současně s vyráběnými lepenými díly, ale mohou zde nastat určité odchylky od vyráběných dílů.

S ohledem na zaměření a rozsah práce zde nebudeme rozebírat zkoušky nedestruktivní, více informací o nich lze nalézt v literatuře [1]. Z destruktivních zkoušek nás nejvíce zajímá zkouška pevnosti ve smyku a zkouška v odlupování.

Rozdělení destruktivních zkoušek:

- Pevnost lepených spojů ve smyku
- Pevnost lepených spojů v odlupování
- Pevnost lepených spojů v tahu
- Pevnost lepených spojů při namáhání rázem
- Zkouška lámavosti lepených spojů
- Zkouška soudržnosti lepeného spoje při statickém zatížení
- Zkouška trvalé (časové) pevnosti a stárnutí

## 2.8.2 Pevnost lepených spojů ve smyku

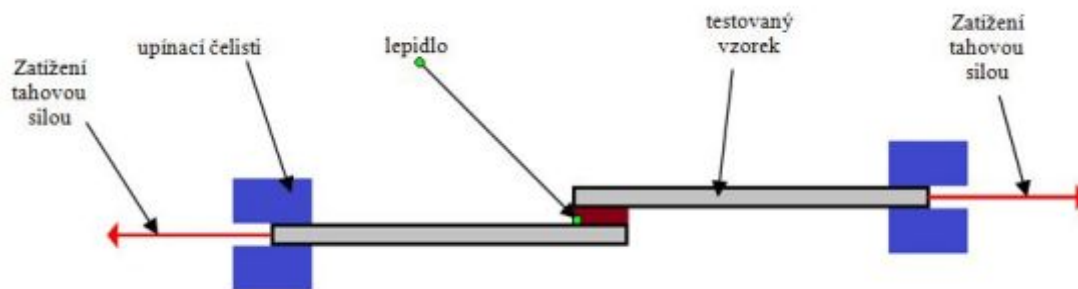
Metoda zjišťování pevnosti lepeného spoje ve smyku patří mezi ty nejznámější a nejvíce rozšířené. Jedná se o lepené spoje přeplátované, trubkové nebo násuvné. Tato zkouška se používá zejména pro tuhé materiály, kdy je přeplátovaný spoj namáhán ve směru podélné osy statickým tahem, tlakem nebo kroucením až do porušení vzorku. U substrátů s větší pružností, jako jsou plasty nebo kaučuky, kde dochází při zatížení k vychýlení nebo deformaci roviny lepeného spoje se nedoporučuje těchto substrátů využívat, neboť naměřené hodnoty pevnosti jsou zkreslené. Deformace substrátu vzniklá při zatížení má vliv na nerovnoměrné rozložení sil ve spoji a na nárůst podílu odlupovacích napětí. Tomu se dá zabránit vhodnou úpravou konstrukce vzorku, tak aby smykové síly působily ve směru podélné osy.

Název normy PV 12.35, podle které budeme pracovat se vzorky v experimentální části, zní: *Lepidla - Zkouška pevnosti ve smyku [14]*. Je to jedna z mnoha koncernových norem (Volkswagen), které se využívají při vývoji automobilů. Tato norma popisuje postup zkoušky lepených spojů zatěžovaných ve smyku. Je určena pro lepidla a podobné materiály, jako jsou např. strukturní pěny.

### *Příprava vzorků [14]*

Ke zkoušce je vždy použito pěti vzorků o stejné jakosti povrchu a kvality materiálu. Materiálem vzorků je ocel nebo hliník s patřičnou povrchovou úpravou (fosfátování, zinkování, lakování), která odpovídá pozdějšímu využití v sériové výrobě. Vzorky jsou nejméně 120 mm dlouhé a 25 mm široké, opatřené otvorem 0,4 mm pro ponorné lakování. Tloušťka plechu se pohybuje od 0,7 mm do 0,9 mm.

Nanesení správného množství lepidla (tloušťka vrstvy) na očištěnou a předupravenou plochu je u strukturního lepidla zajištěno distančními drátky o průměru 0,2 mm a u výplňového lepidla kuličkami o průměru 2 mm. Vzorky se vytvrdí v kataforézní lázni.



Obr. 2.7: Slepený vzorek pro zkoušku pevnosti ve smyku

### *Průběh zkoušky*

Zkouška je provedena na trhačím stroji, který splňuje normu DIN EN 1465. Při upínání do čelistí se vyrovná přesazení vzorků. Rychlost pohybu postupu čelistí je 100 mm/min. Slepovaná plocha se vypočítá z délky a šířky přesahu. Pokud nelze přes výtok lepidla přesně změřit velikost slepované plochy, změří se až po zkoušce.

### *Vyhodnocení zkoušky*

Ve zkušebním protokolu se uvádí změřená hodnota pevnosti ve smyku  $\tau$  [Mpa] a procentuální vyjádření typu porušení podle DIN EN ISO 10365.



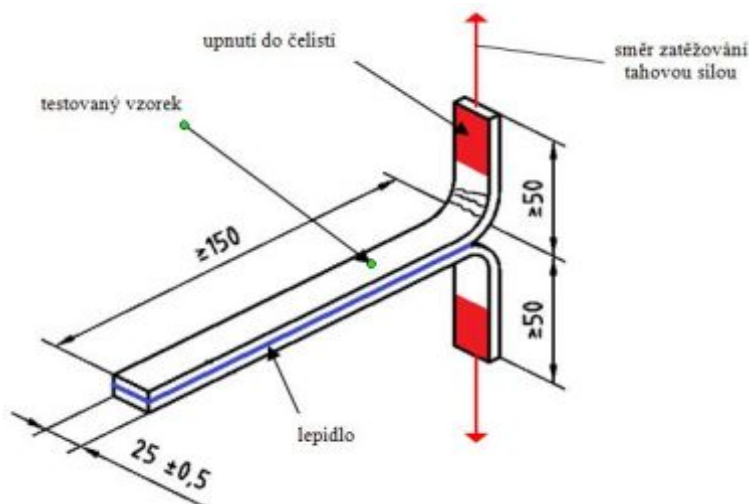
### 2.8.3 Pevnost lepených spojů v odlupování [1, 2, 6]

Obecně jsou zkoušky v odlupování určeny pro široký výběr materiálů (kov, pryž, fólie) s tím, že alespoň jeden ze spojovaných materiálů je ohebný. V průběhu zkoušky je spoj namáhán odlupováním statickým tahem ve směru kolmém na lepenou plochu. Podle toho jestli jsou ohebné oba vzorky nebo pouze jeden vypadá také konstrukce zkušebního spoje. Pro zkoušky lepených spojů kov s kovem se pevnost spojů vypočítá metodou podle Wintera. Pevností v odlupování se rozumí síla v  $\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$  potřebná k oddělení dvou slepených ploch vzorků. Pevnost spoje závisí na adhezi, kohezi, pružnosti lepidla a odporu plechu proti přetvoření. Dále se podle ohebnosti materiálů určí úhel odlupování, který bývá často  $90^\circ$  i  $180^\circ$  (u polotuhých materiálů je menší než  $90^\circ$ ). Zkouška pevnosti v odlupování se používá také pro ověření kvality úpravy povrchu před lepením.

Název normy ISO 11339, podle které budeme pracovat se vzorky v experimentální části, zní: *Lepidla - T-Zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů* [15]. Tato norma specifikuje T – odlupovací zkoušku pro stanovení odlupovací pevnosti T profilu slepovaného ze dvou pružných adherendů. Norma byla původně vyvinutá pro použití s kovovými adherendy, ale je možno ji použít také s jinými pružnými adherendy. Přímé porovnání více lepidel může být provedeno pouze, pokud jsou shodné rozměry a konstrukce vzorků, přilnavost materiálů a zkušební podmínky.

#### **Příprava vzorků** [15]

Dva nelepené konce vzorku jsou ohnuté v opačném směru, každý konec je kolmý na slepovanou část vzorku a tvoří T – profil upnutý v držáku testovacího stroje. Rozměry vzorku vyplývají z obrázku 2.8.



Obr. 2.8: Slepový vzorek pro zkoušku pevnosti spoje v odlupování [15]

#### **Průběh zkoušky**

Oba nelepené konce jsou uchopeny čelistmi ve vzdálenosti 25 mm od kraje. Při vkládání vzorku mezi čelisti zkušebního stroje je třeba dávat pozor, aby byl konec přesně srovnán mezi držadly tak, že aplikované napětí je rovnoměrně rozděleno napříč šířkou vzorku. Síla je aplikovaná na nelepené konce vzorků. Pokud je jeden z lepených adherendů pružnější, připojuje se k pohyblivé čelisti zkušebního stroje. Preferovaná rychlost zatěžování je 100 mm/min.

**Vyhodnocení zkoušky**

Přístroj zaznamenává použitou sílu v kilonewtonech (kN) k oddělení adherendů v závislosti na vzdálenosti oddálení čelistí. Všechny výsledky měření a odlišnosti postupu od této normy jsou uvedeny ve zkušebním protokolu.

**2.9 Zkouška korozního prostředí dle ISO 9227 NSS [16]**

Přesný název normy ČSN EN ISO 9227 zní: *Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou [16]*. Pomocí této zkoušky se ověřuje funkčnost zkušebních komor. Jako solná mlha je použit neutrální roztok chloridu sodného (neutrální solná mlha - NSS). Schematické znázornění konstrukce komory je vidět na obr. 2.9. Normou předepsané vlastnosti zkoušky jsou uvedeny v tabulce č. 2.2. Další podrobnější informace o zkoušce jsou uvedeny v normě [16].

Tab. 2.2: Normou předepsané vlastnosti zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS

koncentrace roztoku	50 g/l $\pm$ 5 g/l
pH	pH 6,5 – 7,2
teplota	35 °C $\pm$ 2 °C
dobu zkoušky	48 hodin

**Zkouška korozního prostředí má dvě části:**➤ *měření spadu*

Měření spadu se provádí pomocí dvou sběrných zařízení – nálevek s průměrem 100 mm (tj. sběrná plocha 80 mm<sup>2</sup>), jež ústí do odměrného válce. Nálevky jsou umístěny v prostoru, kde jsou umístěny vzorky, jedna blízko a druhá co nejdále od vstupu mlhy. Nesmí do nich ovšem padat kapalina ze vzorků nebo ze stěn komory.

➤ *měření korozního úbytku*

K měření korozního úbytku se používají 4 vzorky o tloušťce 1 mm a rozměrech 150 × 100 mm z plechů válcovaných za studena. Před zkouškou se plechy důkladně očistí například v ultrazvukové čistící vaně, opláchnou rozpouštědlem a osuší. Následně se určí hmotnost s přesností na 1 mg. Jedna strana vzorku se chrání samolepící plastovou fólií. Vzorky jsou rozmístěny ve čtyřech kvadrantech zkušebního zařízení v plastovém držáku, nechráněnou stranou nahoru pod úhlem 20°  $\pm$  5° ke svislici. Ihned po skončení zkoušky se ze vzorků odstraní ochranný povlak, důkladně se mechanicky a chemicky očistí (např. pomocí vodného roztoku citronanu amonného) a zváží se jejich hmotnost s přesností na 1 mg.

Úbytek hmotnosti kovu na metr čtverečný se vypočítá jako úbytek hmotnosti kovu dělený plochou vzorku. Vztahy pro výpočet korozního úbytku jsou vyjádřeny rovnicemi (2.1) – korozní úbytek a (2.2) – rozdíl hmotností. Funkce zkušebního zařízení je vyhovující, pokud je úbytek kovu v toleranci 70  $\pm$  20 g/m<sup>2</sup> a množství spadu 1,5  $\pm$  0,5 ml/h. Funkčnost by se měla ověřovat v pravidelných intervalech (při plném využití komory asi po 3 měsících).





$$K = \frac{\Delta m}{S} \quad (2.1)$$

$$\Delta m = m_0 - m_1 \quad (2.2)$$

kde je:

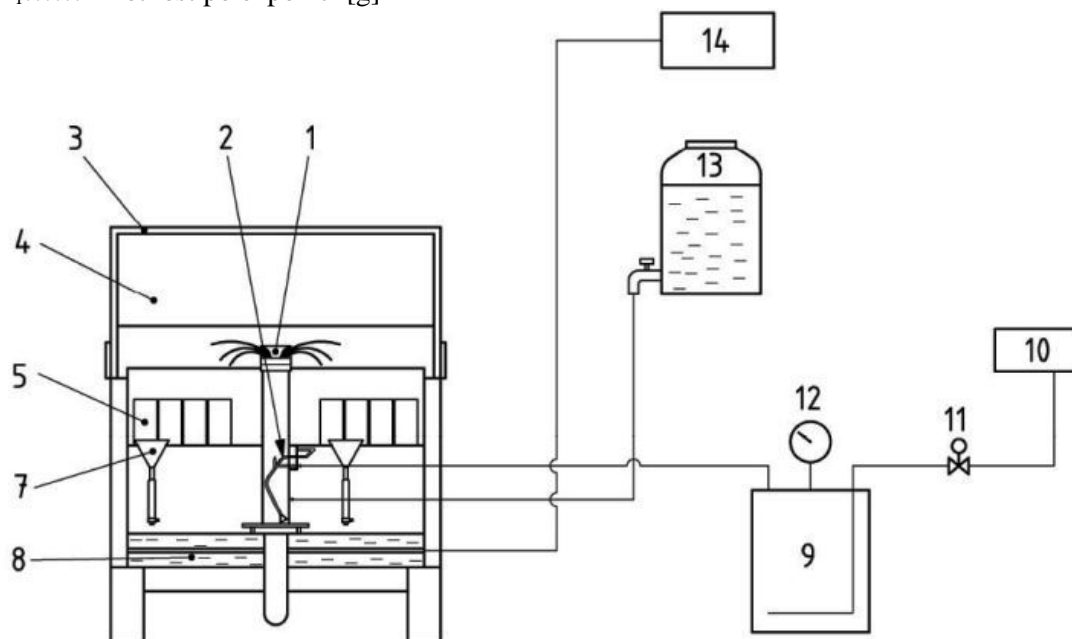
K.....korozní úbytek [g/m<sup>2</sup>]

$\Delta m$ .....rozdíl hmotností [g]

S..... plocha referenčního vzorku [m<sup>2</sup>]

$m_0$ ..... hmotnost před expozicí [g]

$m_1$ ..... hmotnost po expozici [g]



Legenda

1. Věž pro rozprašování mlhy
2. Rozprašovač
3. Víko
4. Zkušební komora
5. Zkoušený vzorek
7. Sběrné zařízení
8. Komora
9. Sycení vzduchu

10. Kompresor vzduchu
11. Elektromagnetický ventil
12. Tlakoměr
13. Zásobník zkušebního roztoku
14. Regulace teploty

Obr. 2.9: Schematické znázornění konstrukce komory [16]



### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Cíl práce

Cílem této práce je zjistit zda nová zkušební komora v dílnách Katedry strojírenské technologie na TU v Liberci odpovídá obecně platným požadavkům na tyto komory. To se zjišťovalo pomocí porovnání dvou komor podobného typu – jedné právě zmiňované v dílnách TU v Liberci a druhé ve firmě Škoda Auto a.s. Zkušební komora ve firmě Škoda Auto a.s. je již několik let používána a plně zaběhnutá v provozu. Porovnání těchto komor bylo provedeno pomocí vyhodnocení procesu korozního stárnutí lepených vzorků pro zkoušky na smyk a odlup u obou komor podle PV 12.10 a dále podle výsledků zkoušek korozního prostředí dle ISO 9227 NSS. Po stárnutí byly vzorky podrobeny zkoušce pevnosti na trhacím stroji TIRAtest 2300, pomocí něhož jsme dostaly výsledné pevnosti slepovaných vzorků v tahu dle PV 12.35 a v odlupu dle ISO 11339. Ke slepování vzorků bylo použito tří druhů lepidel Betamate 1496F, Betaguard KP03 a Betaguard RB 214 BV.

#### 3.2 Použité materiály na pevnostní zkoušky

##### Použité substráty

K experimentu byly použity dva druhy substrátů. První substrát označený EG+PH je elektrolyticky pozinkovaný a fosfátovaný plech. Druhý substrát má žárově nanesený pozinkovaný povlak, jeho označení je HDG. Oba dva druhy substrátů se pro svou dobrou odolnost proti korozi a dobrou tvařitelnost používají v automobilovém průmyslu. Základní mechanické vlastnosti obou použitých substrátů jsou uvedeny v tabulce 3.1.

Tab. 3.1: Mechanické vlastnosti substrátů

	$R_m$ [MPa]	$R_{p0.2}$ [MPa]
EG+PH	270-370	140-240
HDG	270-380	140-260

##### Použitá lepidla

Ke spojení byly vybrány 3 druhy lepidel.

Betamate 1496F je jednokomponentní epoxidové lepidlo modré barvy, které má vynikající přilnavost na plechové díly karoserie používané v automobilovém průmyslu a dobrou snášenlivost s naolejovanými povrchy. Celkově zvyšuje tuhost konstrukce vozidla, těsní a chrání kov před korozi, a je ho možno používat při KTL. Jeho pevnost v tahu je 31 MPa a  $R_E$  – modul pružnosti v tahu 1 300 MPa. Další informace viz materiálový list v příloze č. 1.

Betaguard KP03 je těsnící lepidlo ze syntetického kaučuku. Je určen k zaplnění spár pro opravy karoserií s vysokým požadavkem na pevnost a odolnost proti vibracím. Má velmi dobrou odolnost proti korozi. Lepidlo je vhodné pro KTL a další běžné předúpravy povrchu. Je přetíratelný bez zežloutnutí nátěru. Další informace viz materiálový list v příloze č. 2.

Betaguard RB 214 BV je těsnící lepidlo šedočerné barvy s vysokou pevností určené především pro karosářský průmysl. Základem je syntetický kaučuk. Má dobrou přilnavost na naolejovaný povrch, lze ho krátce indukčně zakalit a používat při KTL. Vyznačuje se dobrými antikorozními vlastnostmi. Další informace viz materiálový list v příloze č. 3.



Tab. 3.2: Tabulka vybraných vlastností lepidel

	Betamate 1496F	Betaguard KP03	Betaguard RB 214BV
základ	epoxid	syntetický kaučuk	syntetický kaučuk
barva	modrá	černá	šedá – černá
hustota	1,19 g/cm <sup>3</sup> (při 23 °C)	1,45 g/cm <sup>3</sup>	1,5g/cm <sup>3</sup>
pevnost v tahu	31 MPa	-	3-5 MPa
smyková pevnost	-	1,7 MPa	-
modul pružnosti	1 300 MPa	-	-

**Použitá maziva**

Na všechny typy vzorků byl použit olej typu Prelube ANTICORIT PL 3802-39 S. Je to antikorozní konzervační olej, který se používá v ocelárnách, a také jako tvářecí olej pro zvýšení výkonu při tváření. Vyznačuje se vysokou antikorozní ochranou. Má vysokou snášenlivost s katalytickými laky. Další informace viz technický list č. 4.

**3.3 Příprava vzorků na pevnostní zkoušky**

Vzhledem k tomu, že se provádí porovnání dvou vytvrzovacích komor, bylo potřeba vytvořit 2 sady vzorků. Jednu sadu pro korozní stárnutí korozní komorou v dílnách TUL a druhou pro korozní komoru ve firmě Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav. Jelikož se prováděly dvě formy tahových zkoušek (pevnost ve smyku a pevnost v odlupu) pro dva druhy substrátů opatřených třemi druhy lepidel, bylo zapotřebí zhotovit dvanáct různých vzorků po pěti kusech (1sada).

**Příprava materiálu***Stříhání a ohýbání vzorků*

Pro tahovou zkoušku podle normy PV 12.35 byly z tabule plechu nastříhány na tabulových nůžkách pásy o šířce 120 mm. Pásy byly rozstříhány na vzorky o rozměru 120×25mm. Dále byly nastříhané vzorky na stolní vrtačce opatřeny otvorem o průměru 5 mm pro lakování v kataforézní lázni.

Pro tahovou zkoušku podle normy ISO 11339 byly stejným způsobem nastříhané vzorky o rozměru 200 × 25 mm opět opatřeny otvorem o průměru 5 mm. Všechny vzorky pro tuto zkoušku byly ohnuty 50 mm od okraje pod úhlem 90°.

*Označení vzorků*

Pro jednoduchou a jednoznačnou identifikaci vzorků v jakékoliv fázi experimentu se vzorky před odmaštěním označily razníkem ve vhodné části vzorku, kde deformace plechu neovlivní výsledek zkoušky. Označení bylo provedeno podle druhu použitého plechu a druhu použitého lepidla.



Příklad označení vzorku: E2 -substrát EG+PH s aplikovaným lepidlem Betaguard KP 03

substrát	označení	E 2
EG+PH	E	
HDG	F	
lepidlo	označení	E 2
Betamate 1496F	1	
Betaguard KP03	2	
Betaguard RB 214BV	3	

Obr. 3.1 Příklad označení vzorku

#### Odmaštění vzorků

Při stříhání vzorků dochází k jejich znečištění olejem, také je na nich nanese mazivo použité v hutích. Tyto nečistoty je třeba odstranit. Pro odmaštění byl použit průmyslový odmašťovací prostředek D-sol Extra. Nejprve se vzorek ponoří do odmašťovač, otře se suchým čistým hadrem, znovu se ponoří, dokonale otře do čistého stavu a odloží na připravené místo.

#### Aplikace maziva

Aby lepený spoj odpovídal lepenému spoji používanému v běžné praxi, jako je lepení karosářských dílů, je na očištěné substráty aplikováno mazivo, které se v praxi vyskytuje na materiálu dodávaném z válcoven (polotovar svitky plechů).

Olej Anticorit PL 3802-39 S se nanáší na kontaktní plochy obou spojovaných substrátů v množství 3 g/m<sup>2</sup>. Množství naneseného maziva se kontroluje pomocí IR aparátu (přístroje pro kontrolu vrstvy tloušťky maziva) od firmy Fuchs.

#### Aplikace lepidel

Nanášení lepidla Betamate 1496F a Betaguard RB 214BV je stejné. Vždy se jedná o nanesení housenky lepidla na jednu lepenou plochu. K zajištění tloušťky vrstvy lepidla 0,2 mm mezi adherendy, se použijí distanční drátky tohoto průměru. Délka přeplátování pro zkoušku PV 12.35 je 10 mm.

U lepidla Betaguard KP03 se místo distančních drátků použijí plastové kuličky o průměru 2 mm, přičemž přeplátování vzorků pro zkoušku PV 12.35 je 16 mm.

Následující postup je totožný pro všechna lepidla. Přitlačením adherendů k sobě se vytlačí přebytečné lepidlo, které se odstraní pomocí špachtle a slepený vzorek se zajistí svorkami. Takto sesvorkovaný předmět je připravený k lakování.

#### Vytvrzení vzorků

Vytvrzením lepidla se vzorky připraví ke korozní zkoušce umělého stárnutí. Vytvrzení vzorků proběhlo v kataforézní lázni ve firmě Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav, kde se běžně lakují díly karoserie.



### 3.4 Umělé stárnutí vzorků pro pevnostní zkoušky

Umělé stárnutí vzorků probíhalo zároveň v obou ověřovaných komorách. Jedna polovina vzorků byla podrobena umělému stárnutí ve firmě Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav, druhá polovina na Technické univerzitě v Liberci. Stárnutí probíhalo dle rozpisu cyklů podle normy PV 12.10. Korozní komory byly nastaveny na 30 korozních cyklů. Na TU v Liberci jsme pracovali se zkušební komorou Liebisch SKB 1000 A-TR. Jedná se o automatickou truhlovou komoru o objemu 1000 litrů s možností vytváření solné mlhy, kondenzační vlhkosti a ventilace vzduchu. Ve firmě Škoda Auto se pracovalo se vzorky v komoře Liebisch SKB 1000 A-SC, která se vyznačuje podobnými parametry jako předešlá komora s tím rozdílem, že jde o skříňový tvar komory. Kromě tvaru komory a tím jiných rozměrů se liší ještě spotřebou solného roztoku, použitým zdrojem napětí, příkonem a maximálním možným zatížením zkušebního prostoru, viz tabulka č. 3.3.

Tab. 3.3: Porovnání základních parametrů komor [17, 18]

komora	Liebisch SKB 1000 A-TR	Liebisch SKB 1000 A-SC
typ	truhlový	skříňový
objem [l]	1 000	1 000
vnitřní rozměry (V×Š×H) [mm]	660/650 × 1535/1425 × 800/780	1050 (1298) × 960 × 860
vnější rozměry (V×Š×H) [mm]	1210 × 2600 × 1120	2135 × 1770 × 1080
teplota vlhkého vzduchu	až 70 °C	až 70 °C
teplota pracovního prostoru	až 50 °C	až 50 °C
spotřeba solného roztoku [ml/hod]	0,7 – 1,0	0,4 – 0,8
spotřeba destilované vody [ml/hod]	80 - 120	80 - 120
střídavý zdroj napětí	230V	3 fázový 400V
příkon [kW]	2,9	3,4
hmotnost [kg]	400	400
maximální zatížení zkušebního prostoru [kg]	10	20

Pokud si projdeme tabulku s jednotlivými parametry, dojdeme k závěru, že z hlediska ekonomičnosti provozu (spotřeba solného roztoku, elektrický příkon) jsou na tom obě komory podobně. Co se týče funkce komor a vytváření korozních prostředí poskytují obě komory naprosto stejné možnosti. Více podrobnějších informací o komorách k nahlédnutí v příloze č. 5.

### 3.5 Mechanické zkoušky vzorků

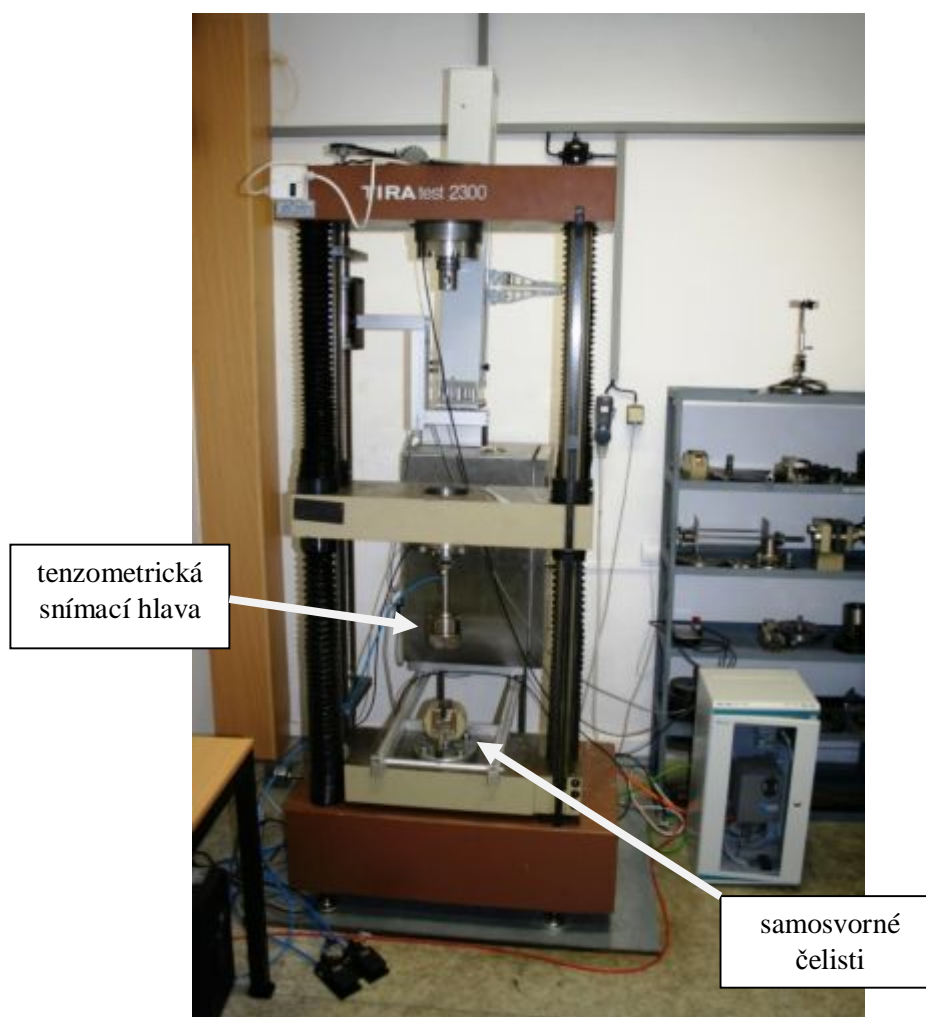
Všechny vzorky po umělém stárnutí v korozních komorách bylo nutno před samotným zkoušením očistit od lepidla nacházejícího se mimo spoj. Pevnostní zkoušky vzorků probíhaly dle PV 12.35 a ISO 11339 na trhacím stroji TIRAtest 2300, viz obrázek č. 3.2.

#### Trhací stroj TIRAtest 2300

Trhací stroj TIRAtest se používá k zjišťování mechanických vlastností materiálů, přičemž zkoušené vzorky jsou namáhány tahem nebo tlakem. K měření jsme použili tenzometrickou snímací hlavu s rozsahem 10 kN. Vyhodnocení se provádělo pomocí software Labnet, pomocí kterého se též zařízení ovládá.

### 3.5.1 Provedení zkoušky ve smyku dle PV 12.35

Pomocí systému LabNet se spustí stroj, nastaví se čelisti do nulové polohy a je možno začít provádět zkoušku. Horní čelisti stroje jsme rozevřeli pomocí sešlápnutí pneumatických pedálů, dolní pomocí ruční páky. Následně jsme vložily do čelistí připravený vzorek a zarovnaly ho pomocí úhelníku. Uvolněním pneumatických pedálů došlo k upnutí vzorku pneumatickými čelistmi; spodní čelisti jsou mechanické, k sevření vzorku došlo jejich samosvorností při počátku zatížení. Rychlost zatěžování byla nastavena na 50 mm/min. Na ovládacím panelu programu jsme spustily zkoušku. Trhací zařízení se po přetržení lepeného spoje samo zastaví a vrátí se do nulové polohy. Mezitím jsme vyndali přetržený vzorek a zpracovali protokol o zkoušce obsahující hodnoty smykové pevnosti a typ porušení lepeného spoje dle DIN EN ISO 10365. Protokol ze zkoušky ve smyku viz příloha č. 6.



Obr. 3.2: Trhací zařízení TIRAtest 2300

### 3.5.2 Provedení zkoušky v odlupování dle ISO 11339

Způsob provádění zkoušky v odlupu je totožný jako ve smyku, liší se pouze v nastavení zatížení 100 mm/min. V protokolu zkoušky se zaznamenává maximální síla přetržení a střední pevnost v odlupování a typ porušení lepeného spoje dle DIN EN ISO 10365. Protokol ze zkoušky v odlupu viz příloha č. 7.

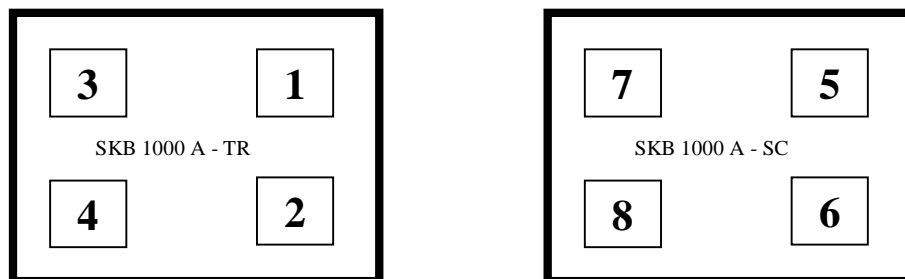


Obr. 3.3: Vzorek upnutý v čelistech v průběhu zkoušky v odlupování

### 3.6 Provedení zkoušky solnou mlhou dle ISO 9227 NSS

Zkoušku solnou mlhou jsme provedli pouze v komoře SKB 1000 A-TR na Katedře tváření kovů a plastů na TU v Liberci. Komora SKB 1000 A-SC byla zkoušena ve Škoda Auto a.s. Protokol z tohoto měření je uveden v příloze č. 8.

Ke zkoušce měření korozního úbytku jsme si připravily vzorky o rozměrech  $100 \times 50 \times 1$  mm, očistili je (v ultrazvukové čistící vaně, rozpouštědle), tak jak ukládá norma, viz kapitola 2.9. Zkouška korozního prostředí dle ISO 9227 NSS a zaznamenaly jejich hmotnost. Vzorky jsme podlepily fólií a umístily do držáků v komoře ve výšce zhruba 0,5 metru nad dnem na pozice odpovídající obrázku 3.4. Pro měření množství spadu jsme do komory vložily dvě nálevky s odměrným válcem. Po 48 hodinách jsme vzorky vyndali a ihned mechanicky očistili. Následně proběhlo chemické čištění pomocí vodného roztoku citronanu amonného po dobu 10 minut při 23 °C. Nakonec se vzorky opláchly vodou, etanolem, osušily a znovu zvážili. Z odměrných válců v komoře jsme odečetli množství spadu.



Obr. 3.4: Schematické znázornění rozložení vzorků v komoře, vlevo komora TUL, vpravo komora Škoda Auto a.s.



*Obr. 3.5: Ukázka koroze referenčního vzorku po zkoušce solnou mlhou před očištěním*





## 4. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

### 4.1 Výsledky pevnostních zkoušek

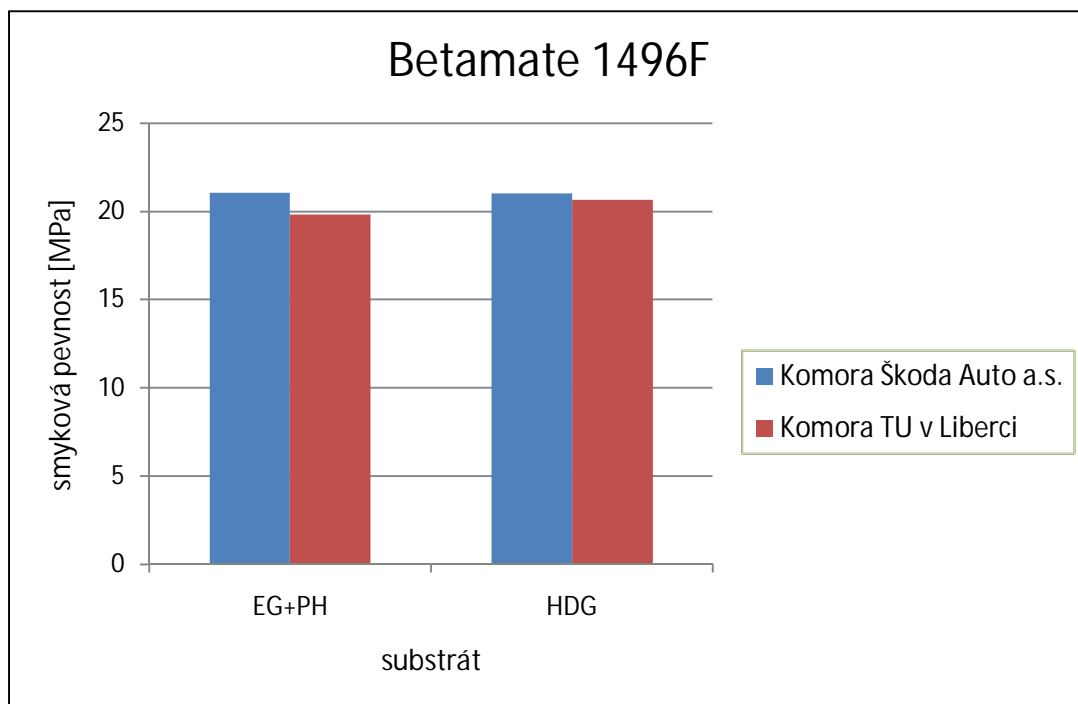
V této části kapitoly jsou uvedeny výsledky pevnostních zkoušek ve smyku dle PV 12.35 a zkoušek v odlupu dle ISO 11339 po 30 cyklech korozního stárnutí. Celkem byly zkoušeny 3 druhy lepidel na 2 substrátech s naneseným mazivem ANTICORIT PL 3802-39 S. Pro každou zkoušku bylo zhotoveno 5 vzorků, ze kterých se určila průměrná hodnota se směrodatnou odchylkou. Zpracované protokoly z měření viz příloha č. 6, č. 7. Fotografie vzorků po zkoušce viz příloha č. 9, č. 10. Výsledky typu porušení lepeného spoje jsou uvedeny v příloze č. 11.

#### 4.1.1 Vyhodnocení výsledků zkoušky smykové pevnosti dle PV 12.35

V tabulkách 4.1 – 4.3 jsou uvedeny hodnoty smykové pevnosti  $R_m$  [Mpa] u lepidel Betamate 1496F, Betaguard KP03 a Betaguard RB 214BV. Na obrázcích 4.1 – 4.3 jsou zobrazeny grafy s výsledky naměřených hodnot dle použitého lepidla.

Tab. 4.1: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betamate 1496F

PV 12.35	Betamate 1496F				
	komora	Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát	EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	smyková pevnost [Mpa]	21,07±0,55	21,02±0,63	19,83±0,49	20,67±1,33

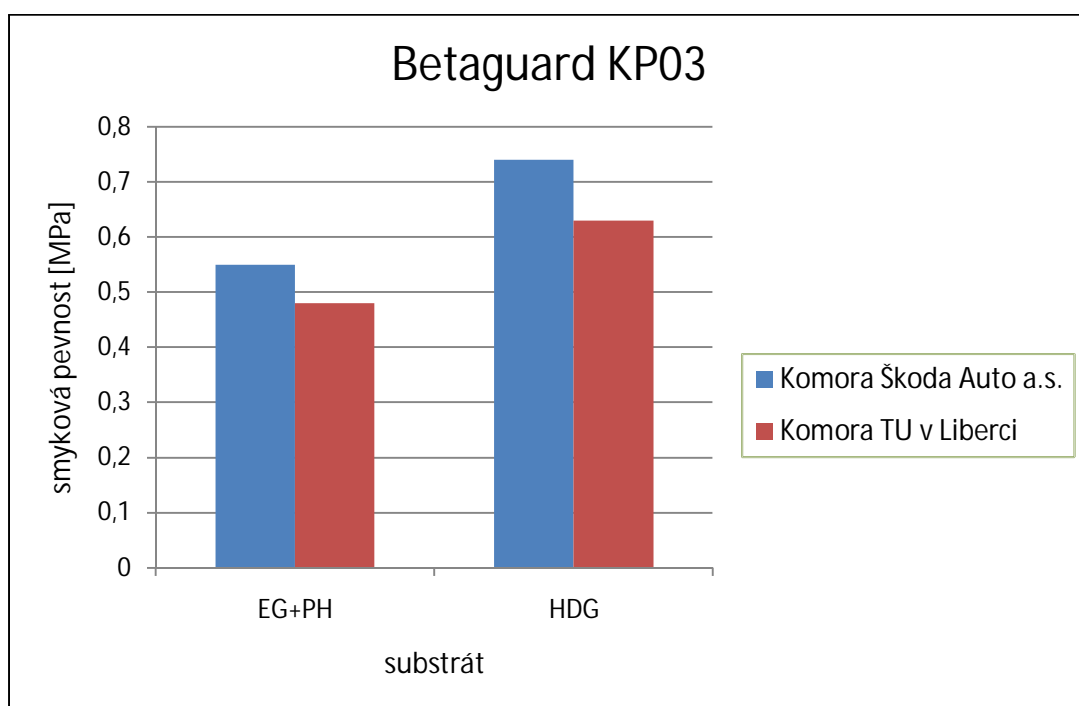


Obr. 4.1: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betamate 1496F



Tab. 4.2: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard KP03

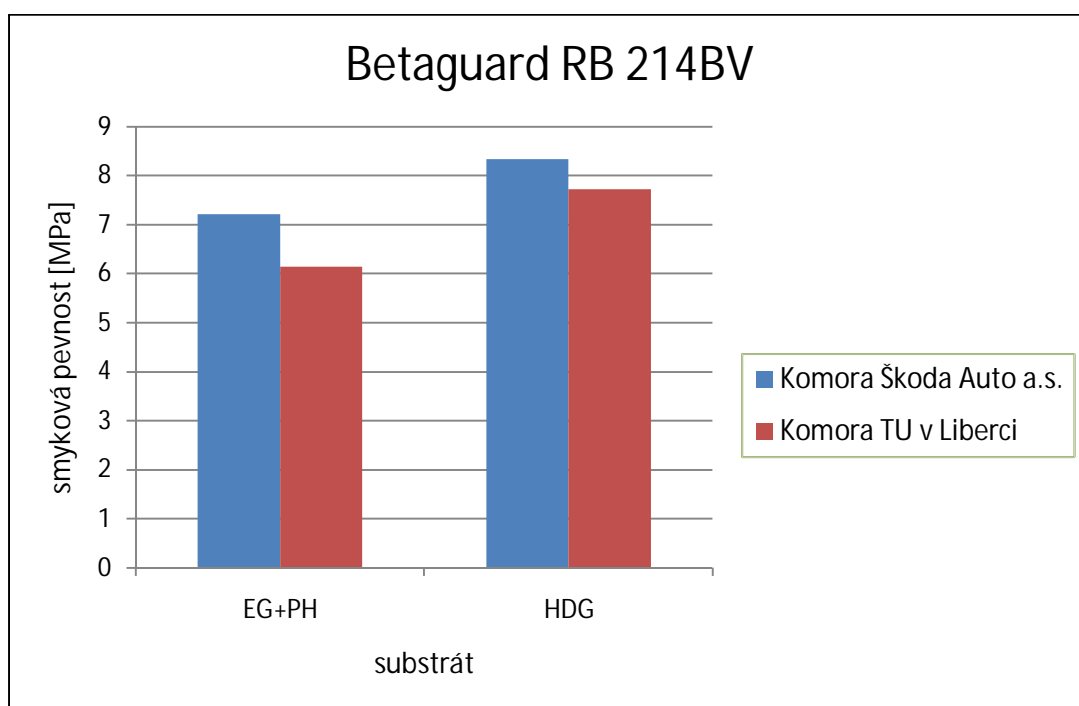
PV 12.35	Betaguard KP03				
	komora	Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát	EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	smyková pevnost [Mpa]	0,55±0,20	0,74±0,18	0,48±0,19	0,63±0,20



Obr. 4.2: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard KP03

Tab. 4.3: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard RB 214BV

PV 12.35	Betaguard RB 214BV				
	komora	Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát	EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	smyková pevnost [Mpa]	7,21±1,22	8,34±0,84	6,14±1,18	7,72±0,91



Obr. 4.3: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard RB 214BV

### Vyhodnocení zkoušky ve smyku

Z naměřených hodnot zkouškou ve smyku je vidět, že nejvyšších smykových pevností přes 20 Mpa dosáhlo lepidlo Betamate 1496F. Naopak ostatní lepidla na bázi syntetického kaučuku dosahují pevností ve smyku kolem 0,6 MPa (Betaguard KP03) a 7,5 MPa (Betaguard RB 214BV).

Při porovnání obou komor nedochází u lepidla Betamate 1496F na obou substrátech téměř k žádnému rozdílu smykové pevnosti. U lepidla Betaguard KP03 nastává určité snížení smykové pevnosti u obou substrátů vzorků z komory na TU v Liberci, nejvíce však o 0,1 MPa (HDG). U lepidla Betaguard RB 214BV jsou hodnoty smykové pevnosti u substrátů HDG téměř shodné. U substrátu EG+PH mají vyšší pevnost vzorky z komory ve Škoda Auto a.s., přibližně o 1 MPa. Rozdíly ve smykové pevnosti vzorků z obou komor korelují v rámci směrodatné odchylky a lze tedy říci, že ve vztahu k posouzení komor jsou stejné.



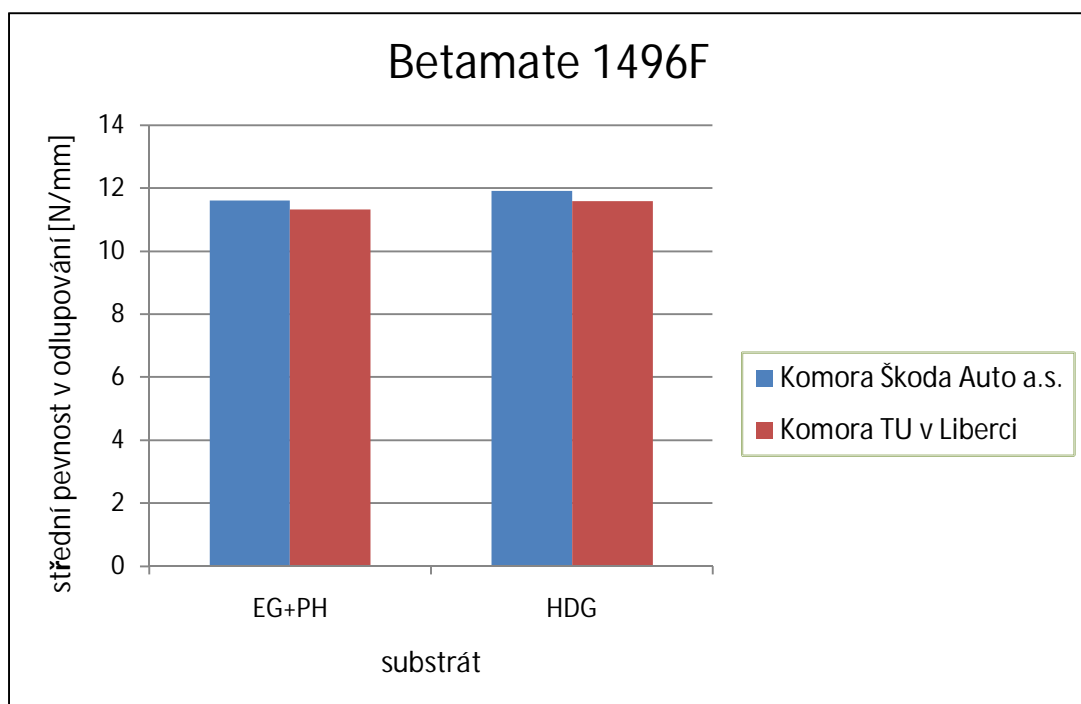
Při porovnávání typu porušení nedocházelo v převážné většině ke zřejmým rozdílům mezi porovnávanými parametry. Největší odlišnost nastala u lepidla Betamate 1496F na substrátu HDG. Vzorek z komory TU v Liberci vykazoval adhezní porušení (AF) z 5 %, vzorek z komory ve Škoda Auto a.s. z 35 %. U lepidla Betaguard KP03 je zaznamenán vznik korozní vrstvy, která naznačuje porušení na rozhraní lepidlo/adherend. Korozní vrstva je ale u obou substrátů (HDG, EG+PH) u obou komor stejná (10 % lepené plochy). Dále pak u obou vzorků substrátů lepidla Betaguard RB 214BV z komory na TU v Liberci vzniká oproti komoře ve Škoda Auto a.s. v malé míře do 10 % speciální kohezní porušení (SCF).

#### 4.1.2 Vyhodnocení výsledků zkoušky odlupovací pevnosti dle ISO 11339

V tabulkách 4.4 – 4.6 jsou uvedeny hodnoty maximální síly v odlupu [N] a střední pevnosti v odlupování [N/mm šířky] u lepidel Betamate 1496F, Betaguard KP03 a Betaguard RB 214BV. Na obrázcích 4.4 – 4.6 jsou zobrazeny grafy s výsledky naměřených hodnot dle použitého lepidla.

Tab. 4.4: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betamate 1496F

ISO 11339	Betamate 1496F				
	komora	Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát	EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	maximální síla [N]	648,25±68,51	576,18±69,25	610,83±86,84	707,19±34,26
	střední pevnost v odlupování [N/mm]	11,61±0,80	11,92±0,46	11,32±0,85	11,58±0,58

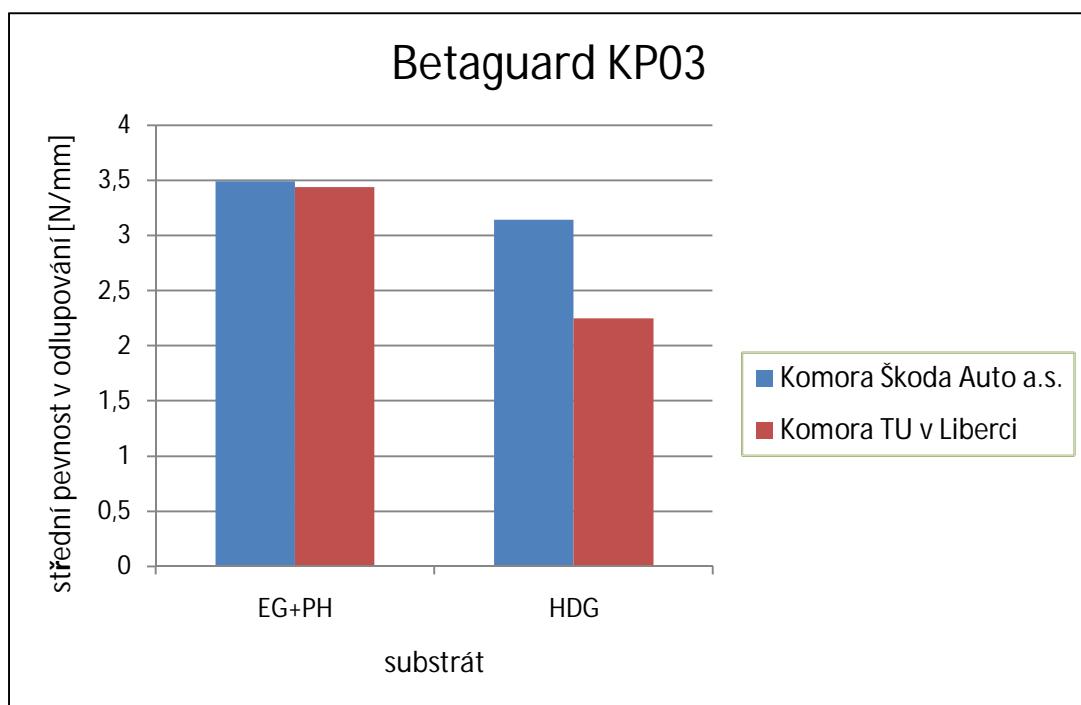


Obr. 4.4: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betamate 1496F



Tab. 4.5: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard KP03

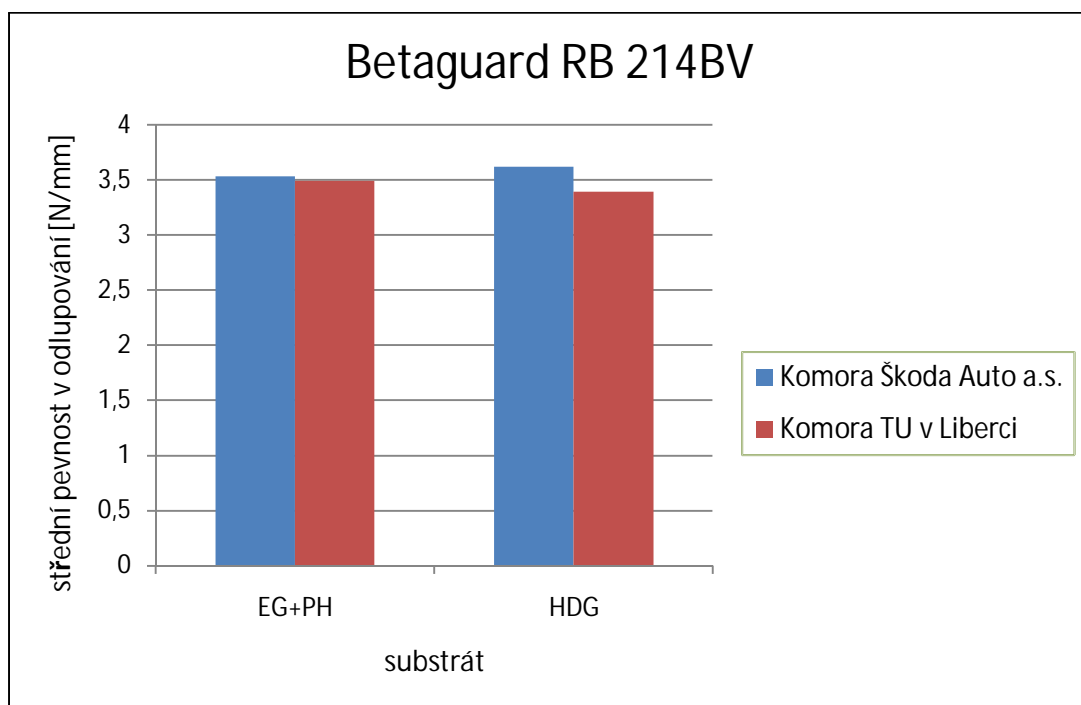
ISO 11339	Betaguard KP03				
	komora	Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát	EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	maximální síla [N]	202,74±46,31	202,66±42,06	178,27±13,54	166,64±48,80
	střední pevnost v odlupování [N/mm]	3,49±0,30	3,14±0,58	3,44±0,14	2,25±0,60



Obr. 4.5: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard KP03

Tab. 4.6: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard RB 214BV

ISO 11339	Betaguard RB 214BV				
	komora	Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát	EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	maximální síla [N]	274,39±47,85	308,78±30,12	363,28±32,65	314,98±47,66
	střední pevnost v odlupování [N/mm]	3,53±0,14	3,62±0,20	3,49±0,27	3,39±0,12



Obr. 4.6: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard RB 214BV

### Vyhodnocení zkoušky v odlupování

U zkoušky v odlupování se vyhodnocuje pouze střední pevnost při odlupování. Maximální síla v odlupu se nevyhodnocuje, jelikož je to nesměrodatná veličina závislá na velikosti přetoku v počátku vzorku.

Největší střední pevnosti v odlupování až 12 N/mm bylo dosaženo u lepidla Betamate 1496F. U ostatních lepidel se pevnost v odlupování pohybovala kolem 3,5 N/mm.

U EG+PH substrátů slepovaných lepidlem Betaguard KP03 se neprojevil žádný rozdíl v jejich střední pevnosti v odlupování, naopak u substrátu HDG nastal pokles této pevnosti o 1 N/mm u vzorku z komory na TU v Liberci. U lepidla Betaguard RB 214BV došlo k menšímu poklesu střední pevnosti v odlupování (0,2 N/mm) na substrátu HDG z komory v Liberci. Při porovnání hodnot střední odlupovací pevnosti vzorků z obou komor je zřejmé, že výsledky jsou téměř totožné (maximální rozdíly jsou v řádu směrodatné odchylky), kromě lepidla KP03 u substrátu HDG.



Hodnoty typu porušení jsou u všech lepidel, bez rozdílu v jaké komoře byly podrobeny umělému stárnutí, vzácně stejné. Na spojích lepidlem Betamate 1496F se všude vyskytovalo kohezní porušení (CF) z 90 % a speciální kohezní porušení (SCF) z 10 %, kromě substrátu HDG z komory na TU v Liberci, kde (kohezní porušení 90 %, adhezní porušení 10 %). U lepidla Betaguard RB 214BV nastalo 100% kohezní porušení (CF) na všech sledovaných lepených plochách. Důležitá změna nastala u lepidla Betaguard KP03. Všechny vzorky vykazovali zastoupení koroze z 5 %, jen substrát EG+PH z komory na TU v Liberci žádnou korozi lepené plochy neobsahoval.

Vezmeme-li v úvahu všechny výsledky obou zkoušek, je již z prvního pohledu na výsledné grafy vidět, že se ve všech případech hodnoty výsledků jednotlivých zkoušek velmi neliší, čímž bych vyloučil možnou chybu způsobenou při přípravě vzorků nebo jejich testování. Jasně je také nepřehlédnutelné, že nižší naměřené hodnoty pevností vykazuje komora na TU v Liberci. Rozdíly jsou však z praktického hlediska nevýznamné a je možné konstatovat, že účinek obou komor na vzorky je stejný.

## 4.2 Výsledky zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS

V této kapitole jsou uvedeny výsledky zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS. Měřili jsme korozní úbytek materiálu na 4 referenčních vzorcích a množství spadu pomocí 2 nálevek s odměrným válcem. Doba zkoušky stanovena na 48 hodin.

### 4.2.1 Vyhodnocení výsledků zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS

Naměřené a vypočtené hodnoty u obou komor jsou uvedeny v přehledné tabulce 4.7. Zaznamenávali jsme hmotnost vzorku před zkouškou  $m_0$  [g] a hmotnost vzorku po zkoušce  $m_1$  [g]. Z rozdílu těchto hmotností jsme následně vypočítali korozní úbytek  $K$  [g/m<sup>2</sup>]. Dále jsme zaznamenávali množství spadu [ml/h]. Potřebné vzorce k výpočtu viz kapitola teoretické části 2.9 Zkouška korozního prostředí dle ISO 9227 NSS.

Tab. 4.7: Tabulka rozměrů vzorků, naměřených a vypočtených hodnot ze zkoušky komor

komora	číslo vzorku	a [m]	b [m]	S [m <sup>2</sup> ]	$m_0$ [g]	$m_1$ [g]	$\Delta m$ [g]	K [g/m <sup>2</sup> ]	spad [ml/h]
TUL	1	0,050	0,100	0,005	28,061	27,681	0,380	76,0	1,4
	2	0,050	0,100	0,005	28,234	27,855	0,379	75,8	-
	3	0,050	0,100	0,005	28,709	28,301	0,408	81,6	-
	4	0,050	0,100	0,005	28,451	28,055	0,396	79,2	1,8
Škoda Auto a.s.	5	0,06	0,151	0,009 06	70,893	70,232	0,661	73,0	1,9
	6	0,06	0,151	0,009 06	70,971	70,241	0,730	80,6	-
	7	0,06	0,151	0,009 06	70,552	69,818	0,734	81,0	-
	8	0,06	0,151	0,009 06	71,036	70,323	0,713	78,7	1,0
má být								70 ± 20	1,5 ± 0,5

kde je:

a,b,... rozměry vzorku při tloušťce 1mm [m]  
 S..... plocha referenčního vzorku [m<sup>2</sup>]  
 $m_0$ ..... hmotnost před expozicí [g]  
 $m_1$ ..... hmotnost po expozici [g]  
 $\Delta m$ ..... rozdíl hmotností [g]  
 K..... korozní úbytek [g/m<sup>2</sup>]



Z vypočtených výsledků korozního úbytku po korozní zkoušce prostředí a po měření množství spadu vyplývá, že funkčnost obou zkušebních komor odpovídá normě. Všechny vypočtené hodnoty korozního úbytku jsou v toleranci  $70 \pm 20 \text{ g/m}^2$  a množství naměřeného spadu je v toleranci  $1,5 \pm 0,5 \text{ [ml/h]}$ . Nejenže výsledky obou komor se nacházejí v toleranci, ale komory jsou si svým korozním prostředím velmi podobné, neboť korozní úbytek na všech referenčních vzorcích se vyskytuje v horní hranici tolerance  $70 \pm 20 \text{ g/m}^2$ .





## 5. ZÁVĚR

V bakalářské práci byly porovnávány dvě korozní komory využitím výsledků dvou pevnostních zkoušek lepených spojů po umělém stárnutí v solném korozním prostředí a zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS. V rešeršní části je pojednáno o problematice lepení při stavbě karoserie automobilu a dále pak o vlivech prostředí na kvalitu a životnost lepených spojů s možností jejich umělé simulace pomocí korozních komor.

Pro experimentální část byly vybrány dva materiály substrátů, elektrolyticky pozinkovaný a fosfátovaný plech EG+PH a žárově pozinkovaný plech HDG. Použila se lepidla Betamate 1496F, Betaguard KP03 a Betaguard RB 214BV a olej Anticorit PL 3802-39 S. Všechny tyto materiály se běžně používají v automobilovém průmyslu při stavbě karoserií.

V experimentální části byly hodnoceny dvě série vzorků, jedna pro zkoušku pevnosti ve smyku dle PV 12.35 a druhá pro zkoušku v odlupování dle ISO 11339. Následovalo vytvrzení v kataforetické lázni ve firmě Škoda Auto a.s. Polovina vzorků byla podrobena 30 cyklům umělého korozního stárnutí podle normy PV 12.10 v korozní komoře ve Škoda Auto a.s. a zbylá polovina také 30 cyklům v nové korozní komoře na Katedře strojírenské technologie v Liberci.

Po umělém stárnutí vzorků se měřila u jednoho druhu vzorků jejich pevnost ve smyku a typ porušení, u vzorků určených pro zkoušku pevnosti v odlupování se měřila maximální odlupovací síla, střední pevnost v odlupování a typ porušení. Dále jsme měřili korozní úbytek hmotnosti a množství spadu korozních komor zkouškou korozního prostředí dle ISO 9227 NSS. Ze zkoušek byly vypracovány protokoly o měření.

Z výsledků zkoušek ve smyku dle PV 12.35 a odlupu dle ISO 11339 je zřejmé, že výsledné hodnoty pevnosti pro obě testované komory spolu korelují a rozdíly ve výsledcích nepřesahují hodnoty směrodatných odchylek zkoušek. Toto je možné konstatovat pro všechny použité substráty při měření. Je tedy možné konstatovat, že obě korozní komory mají na testované vzorky stejný korozní účinek. Toto konstatování je důležité pro další uplatnění nové komory na katedře TUL.

Největší rozdíl pevnosti ve smyku byl pozorován u lepidla Betaguard RB 214BV na substrátu EG+PH. Hodnoty jsou o 15 % nižší u komory z TUL. U lepidla Betaguard KP03 jsme zaznamenali vznik koroze lepené plochy na obou substrátech z obou komor ve stejném množství (10%).

U výsledků zkoušky odlupování byl pozorován největší rozdíl hodnot na substrátu HDG s lepidlem Betaguard KP03. Hodnoty pevnosti v odlupování jsou zde o 28 % nižší u komory z TUL. Ostatní porovnávané mechanické hodnoty byly podobné a v rozsahu směrodatných odchylek. U typu porušení nastala změna opět u lepidla Betaguard KP03, kde všechny vzorky obsahovali korozi do 5%, pouze substrát EG+PH z komory na TUL žádnou korozi lepené plochy nevykazoval.

Výsledky zkoušky korozního prostředí komor - velikost korozního úbytku a množství spadu - odpovídají tolerancím daných normou a jsou si u obou komor velmi podobné.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že nejde o vážné rozdíly mezi naměřenými hodnotami. Ostatně na získané výsledky má vliv celá řada dalších faktorů jako např. kvalita odmaštění, přesnost množství naneseného maziva, jakost slepení apod. Jak je patrné z výsledných grafů, korozní komora z TUL vykazuje ve všech případech trhacích zkoušek vždy o něco nižší hodnoty.

Na základě výše uvedených získaných skutečností bych navrhoval novou korozní komoru na TU v Liberci porovnat ještě s jinou korozní komorou, popřípadě provést tento experiment znovu pro vyšší počet cyklů.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOVAČIČ, L.: *Lepenie kovov a plastov - vydání 2*. Bratislava: ALFA, 1984. 400 s.
- [2] PETERKA, J.: *Lepení konstrukčních materiálů ve strojírenství*. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1980. 792 s.
- [3] HERRMANN, F.; SCHILLER, M.: *Specifické cyklické korozní zkoušky a PKO ocelových konstrukcí ochrannými povlaky* : Konstrukce, odborný časopis pro stavebnictví a strojírenství. 2010. ISSN 1803-8433.  
Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/specificke-cyklicke-korozni-zkousky-a-pko-ocelovych-konstrukci-ochrannymi-povlaky/>
- [4] KOLNEROVÁ, M.: *Technologie lepení v automobilovém průmyslu* [online]. [2011-2-1]. Dostupné z: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud\\_materialy/spt/lepeni.pdf](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/spt/lepeni.pdf).
- [5] PETR, J.: *Posuzování kvality lepených spojů při stavbě karoserií*. [Bakalářská práce], Pardubice, Univerzita Pardubice, 2009
- [6] OSTEN, M.: *Práce s lepidly a tmely – řada 2*. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1986. 288 s.
- [7] BARTONÍČEK, R.: *Koroze a protikorozní ochrana kovů*. Praha : Vydala Academica, nakladatelství Československé akademie věd , 1966. 720 s.
- [8] Povrchová úprava [online]. [2011-2-1]. Dostupné z: <http://www.povrchovauprava.cz/uploads/assets/casopisy/pu-2006-01.pdf>
- [9] Kataforetické lakování [online]. [2011-2-1]. Dostupné z: <http://www.aquahard.cz/souboryeditor/15cz.pdf>
- [10] Kataforezní lakování [online]. [2011-2-1]. Dostupné z: <http://www.mega.cz/kataforezni-laky.html>
- [11] Cyklické korozní komory [online]. [2011-2-1]. Dostupné z: [http://www.ascott-analytical.com/downloads/cct\\_brochure\\_iss\\_d\\_czech.pdf](http://www.ascott-analytical.com/downloads/cct_brochure_iss_d_czech.pdf)
- [12] Korozní komory [online]. [2011-2-1]. Dostupné z: [http://www.klima-testtechniek.nl/producten/corossietesten/zoutsproeikisten.php?we\\_objectID=289#specificaties](http://www.klima-testtechniek.nl/producten/corossietesten/zoutsproeikisten.php?we_objectID=289#specificaties)
- [13] Laboratorní technika [online]. [2011-2-1]. Dostupné z: [http://www.liebisch.com/englisch/html/animation\\_tr.htm](http://www.liebisch.com/englisch/html/animation_tr.htm)
- [14] PV 12.35. Lepidla. Zkouška pevnosti ve smyku, 2006.
- [15] ČSN EN ISO 11339. Lepidla. T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů, 2005.
- [16] ČSN EN ISO 9227. Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou, 2006.



- [17] Laboratorní technika SKB 1000 A-SC [online]. [2011-2-1]. Dostupné z:  
[http://www.klima-testtechnik.nl/producten/corossietesten/zoutsproeikasten.php?we\\_objectID=537#specificaties](http://www.klima-testtechnik.nl/producten/corossietesten/zoutsproeikasten.php?we_objectID=537#specificaties)
  
- [18] Laboratorní technika SKB 1000 A-TR [online]. [2011-2-1]. Dostupné z:  
[http://www.klima-testtechnik.nl/producten/corossietesten/zoutsproeikisten.php?we\\_objectID=289#specificaties](http://www.klima-testtechnik.nl/producten/corossietesten/zoutsproeikisten.php?we_objectID=289#specificaties)



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1: spoje používané při lepení karoserií	10
Obr. 2.2: Rozdělení lepidel podle chemického složení	14
Obr. 2.3: Schéma principu kataforézního lakování	18
Obr. 2.4: Schéma kataforézní linky	18
Obr. 2.5: Korozní komora Liebisch SKB 1000 A-TR	19
Obr. 2.6: Schéma korozní komory Liebisch SKB 1000 A-TR	20
Obr. 2.7: Slepý vzorek pro zkoušku pevnosti ve smyku	22
Obr. 2.8: Slepý vzorek pro zkoušku pevnosti spoje v odlupování	23
Obr. 2.9: Schematické znázornění konstrukce komory	25
Obr. 3.1 Příklad označení vzorku	28
Obr. 3.2: Trhací zařízení TIRAtest 2300	30
Obr. 3.3: Vzorek upnutý v čelistech v průběhu zkoušky v odlupování	31
Obr. 3.4: Schematické znázornění rozložení vzorků v komoře, vlevo komora TUL, vpravo komora Škoda Auto a.s.	31
Obr. 3.5: Ukázka koroze referenčního vzorku po zkoušce solnou mlhou před očištěním	32
Obr. 4.1: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betamate 1496F	33
Obr. 4.2: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard KP03	34
Obr. 4.3: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard RB 214BV	35
Obr. 4.4: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betamate 1496F	36
Obr. 4.5: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard KP03	37
Obr. 4.6: Graf porovnání hodnot naměřených u lepidla Betaguard RB 214BV	38



## SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1: Výhody a nevýhody lepení	12
Tab. 2.2: Normou předepsané vlastnosti zkoušky korozního prostředí dle ISO 9227 NSS	24
Tab. 3.1: Mechanické vlastnosti substrátů	26
Tab. 3.2: Tabulka vybraných vlastností lepidel	27
Tab. 3.3: Porovnání základních parametrů komor [17, 18]	29
Tab. 4.1: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betamate 1496F	33
Tab. 4.2: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard KP03	34
Tab. 4.3: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard RB 214BV	35
Tab. 4.4: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betamate 1496F	36
Tab. 4.5: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard KP03	37
Tab. 4.6: Tabulka naměřených mechanických hodnot u lepidla Betaguard RB 214BV	38
Tab. 4.7: Tabulka rozměrů vzorků, naměřených a vypočtených hodnot ze zkoušky komor	39



## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Materiálový list lepidla Betamate 1496F
- Příloha 2: Materiálový list lepidla Betaguard KP03
- Příloha 3: Materiálový list lepidla Betaguard RB 214BV
- Příloha 4: Materiálový list maziva Anticorit PL 3802-39 S
- Příloha 5: Kalibrační protokol a technická data korozní komory Liebisch SKB 1000 A-TR
- Příloha 6: Protokol ze zkoušky smykem podle PV 12.35
- Příloha 7: Protokol ze zkoušky odlupováním podle ISO 11339
- Příloha 8: Protokol zkoušky solnou mlhou z komory Liebisch SKB 1000 A – SC
- Příloha 9: Vzorky po zkoušce ve smyku podle PV 12.35
- Příloha 10: Vzorky po zkoušce v odlupu podle ISO 11339
- Příloha 11: Vyhodnocení typu porušení lepeného spoje



## Materiálový list lepidla BETAMATE 1496 F (Dow Automotive)



**Dow Automotive**

Technisches Datenblatt

# BETAMATE 1496F

### Crashstabiler Strukturklebstoff

#### Anwendung / Beschreibung:

BETAMATE 1496F ist ein einkomponentiger Epoxidklebstoff, welcher speziell für den Einsatz im Rohbau entwickelt wurde. Der Klebstoff wird angewendet, um die Betriebsfestigkeit, die Crashstabilität und die Steifigkeit des Fahrzeuges zu erhöhen.

#### Eigenschaften:

- Ausgezeichnete Haftung auf den im Automobilbau verwendeten Stahlsorten, einschliesslich beschichteten Stählen und vorbehandelten Aluminium. Gute Verträglichkeit von Ölen und Trockenschmierstoffen.
- Hilft die Steifigkeit und Crashstabilität des Fahrzeuges zu erhöhen.
- Hohe Beständigkeit des Klebstoffes und der Verklebung.
- Eignet sich zur Abdichtung und schützt damit sowohl das Metall, als auch Schweisspunkte vor Korrosion.
- Kompatibel mit anderen mechanischen und thermischen Fügeverfahren.
- Kompatibel mit dem KTL - Prozess und auswaschbeständig.
- Vorhärt- und vorgelierbar
- 2 - 4 Wochen Offenzeit im gefügten Zustand.

#### Applikation:

Das Produkt ist zwischen ca. 40 und 65°C als Raupe applizierbar. Es kann mit folgenden Parametern appliziert werden:

<b>Auftragsgeschwindigkeit</b>	200 - 300 mm/s
<b>Temperaturen:</b>	
Folgeplatte	35 - 40°C
Folgeplatte - Dosierer	Pro Heizzone ca. 5°C Temperaturerhöhung. Im Dosierer maximal 55°C.
Düse	55 - 65°C

Um eine optimale Benetzung des Bauteiles mit dem Klebstoff zu erzielen, sollten die Bauteile bei mindestens 15°C gelagert werden. Bei einer Unterbrechung der Applikation von über 30 Minuten, sollte die Heizung abgestellt werden.

Alle Dow Automotive Produkte werden in erster Linie mit den Automobil-Herstellern für deren Bedürfnisse und gemäss deren Spezifikation entwickelt und von den Kunden für bestimmte Anwendungen freigegeben.

Der Einsatz für andere als die freigegebenen Anwendungen bedarf der vorherigen, schriftlichen Gutheissung durch den technischen Dienst der Dow Automotive.



### Technische Daten:

Basis	Epoxidharz
Farbe	blau
Dichte (DIN 52451) (23°C)	1.19 g/ml
Anteil nichtflüchtiger Bestandteile	> 99 %
Viskosität / Fließgrenze (DIN 53019) (45°C, Bohlin, Modell Casson)	160 Pa.s / 130 Pa
Flammpunkt (DIN 51758)	nicht anwendbar
Aushärtebedingung	> 140 °C / 30 Minuten
Standardaushärtung	180 °C / 30 Minuten
Zugfestigkeit (DIN EN ISO 527-1)	31 MPa
Bruchdehnung (DIN EN ISO 527-1)	ca. 12 %
E-Modul (DIN EN ISO 527-1)	1300 MPa
Zugscherfestigkeit (DIN EN 1465) (CRS 14O3, 1.5 mm; 0.2 mm Klebschichtdicke)	31 MPa
Winkelschälfestigkeit (DIN 53282) (CRS 14O3, 0.5 mm; DX56 D Z100 MB, 0.78 mm; 0.2 mm Klebschichtdicke)	3.5 N/mm 12 N/mm
Schlagschälfestigkeit (ISO 11343) (CRS 14O3, 1 mm, 23°C, 2 m/s; 0.2 mm Klebschichtdicke)	41 N/mm
Vorbehandlung der Klebflächen	Das Material wurde für die Haftung auf öligem Blech mit bis zu 5 g/m <sup>2</sup> Ölaufgabe entwickelt.
Verarbeitung	<b>aus Kartuschen:</b> Druckluftpistolen mit mechanischem Stempel, oder Handdruckpistolen. <b>aus Hobbock und Fässern:</b> Mit beheizbaren, handelsüblichen Hobbock- und Fasspumpen.
Reinigung	Vor dem Aushärten kann der unausgehärtete Klebstoff mit BETACLEAN 3510 entfernt werden. <b>Achtung:</b> Haftflächen dürfen <u>nicht</u> mit BETACLEAN 3510 gereinigt werden!
Gebinde	<b>Hobbock und Fass:</b> 20, 45, 100 und 200 kg (Mehrweggebinde mit PE-Sack) <b>Kartuschen:</b> 0.36 kg
Lagerstabilität	Das Material ist bei Temperaturen unter 30°C drei Monate verarbeitbar.

Die angegebenen Daten sind Standardwerte.





## Materiálový list lepidla BETAGUARD KP 03 (Dow Automotive)



### BETAGUARD KP 03

Těsnící a antivibrační tmel

#### Technické informace

##### Popis výrobku, použití

BETAGUARD KP 03 je těsnící bodový tmel a lepidlo s antivibračními vlastnostmi. Je vyroben na kaučukové bázi, je za studena čerpatelný, teplem reagující. Je určen pro aplikaci při opravě karoserií bez předvulkanizace tam, kde je vyžadována vysoká pevnost a odolnost proti vibracím. Užívá se k zaplnění spáry mezi kostrou a dalším dílem (například dveře, víko motoru). Tak je odstraněn přímý kontakt kovu na kov, díl je výškově vyrovnán, jsou redukovány vibrace a zlepši se torzní pevnost dílu. Může být užit také jako těsnící hmota na exponovaných místech karoserie, kde je vyžadována vysoká odolnost proti korozi, například v podběžích blatníků kol.

Vyznačuje se dobrou přilnavostí na zalejované povrchy a je tak vhodný k užívání v automobilovém průmyslu.

BETAGUARD KP 03 umožňuje provést spojení dílů bez použití vysokých teplot nebo zápachu. Vykazuje dobrou odolnost při mytí bez předvulkanizace a je slučitelný s běžnými předúpravami povrchu a EC systémy. Po vytvrzení v peci (min. 20 min. při 170 °C) má dobrou mechanickou pevnost a vysokou odolnost proti korozi. Je přetíratelný bez zžloutnutí nátěru.

Veškeré výrobky firmy Dow Automotive jsou vyvíjeny především ve spolupráci s výrobcí automobilů, podle jejich potřeb a požadavků, a jsou schvalovány pro určité použití zákazníkem. Možnost jiného užití výrobku než je schválená aplikace musí být písemně potvrzena firmou Dow Automotive.

Fyzikální vlastnosti	Základ	syntetický kaučuk
	Barva	černá - šedá
	Hustota	1,45 g/cm <sup>3</sup>
	Obsah pevných složek	> 99,5 %
	Viskozita (při 35 °C tryska 5 mm, 3 bary)	10 – 30 g/min
Vlastnosti	Tvrdost dle Shorea (DIN 53 505)	45 - 60
	Prohýbání (D55 1107)	L po 30 min. při 23 °C: < 2 mm
	Materiál QS 1010 ZZ + RP 4107	L+L' po přídavném vytvrzení 8 + 20 min. při 170 °C: < 4 mm
	Průměr kapky 8 mm	

Dovozce MATRIX a.s., Třebešov 1, 516 01 Rychnov nad Kněžnou, tel. 494 384 593, fax 494 384 604  
e-mail: [obchod@matrix-as.cz](mailto:obchod@matrix-as.cz), [www.matrix-as.cz](http://www.matrix-as.cz)



Slučitelnost s fosfátováním a galvanickými povlaky	dobrá
Podmínky vytvrzení	min. 8 + 20 min. při 170 °C max. 10 + 60 min. při 190 °C
Smyková pevnost (D41 1108 – DIN 53283)	> 1,7 N/mm <sup>2</sup> , porucha spoje (smyková rychlost: 100 mm/min, lepený spoj 1 x 20 x 25 mm, materiál 100 x 25 x 0,75 mm CRS, ZnS nebo Zn-Ni, odmaštěno s RP 4107)
Zvětšení objemu	< 10 %
Přilnavost na olejovém povrchu (GME 60 433)	
ncizolovaná ocel + RP 4107	porucha spoje
elektro galvanicky zinkovaná ocel + RP 4107	porucha spoje
Zn-Ni galv. Ocel + RP 4107	porucha spoje
Odolnost proti korozi (GME 60 433)	dobrá (bez koroze) po 500 hod. testu ve slaném roztoku (DIN 53007) = GME 60206 R
Teplotní stabilita	max. 10 + 60 min při 190 °C nebo 30 min při 200 °C
Skladovatelnost	3 měsíce při 23 +/- 5 °C

<b>Příprava povrchu</b>	Není zapotřebí (lze aplikovat na kov znečištěný max. 3,5 g olejů na m <sup>2</sup> ).
<b>Aplikace</b>	Přípravek lze nanášet při pokojové teplotě (spojované části nemusí být vyhřívány) standardním pistovou pistolí s minimálním poměrem 48:1. Zubové čerpadlo může být použito pokud vytváří tlak minimálně 150 barů.
<b>Pracovní teplota</b>	Maximálně 50 °C. K dosažení co možná nejlepší počáteční přilnavosti na povrch znečištěný olejem je třeba aplikovat přípravek s teplotou 30 – 40 °C na výtok z trysky.
<b>Balení</b>	300 ml kartuš, 22 l a 60 l kanystry, 200 l sudy.
<b>Bezpečnostní opatření</b>	Viz. bezpečnostní list přípravku

#### Řízení jakosti

Kvalita je důležitou prioritou firmy Dow Automotive. Firma pracuje s moderním systémem řízení jakosti, který vyhovuje všem mezinárodním požadavkům QS 9000, VDA-6 a ISO 9001.

Dovozce MATRIX a.s., Třebešov 1, 516 01 Rychnov nad Kněžnou, tel. 494 384 593, fax 494 384 604  
e-mail: [obchod@matrix-as.cz](mailto:obchod@matrix-as.cz), [www.matrix-as.cz](http://www.matrix-as.cz)



## Materiálový list lepidla BETAGUARD RB 214BV (Dow Automotive)



**Dow Automotive**

**Technisches Datenblatt**

---

# BETAGUARD RB 214 BV

**Abdichtungsklebstoff und Bördelnahtverkleber mit hoher Festigkeit /  
Impact Beständigkeit für Applikation im Rohbau**

---

### Anwendung / Beschreibung :

BETAGUARD RB 214 BV ist ein kalt-pumpbarer, Kautschuk-basierender, durchschweisbarer Abdichtungsklebstoff mit hoher Festigkeit.

Er findet dort Einsatz, wo Abdichtungsoperationen oder Verklebungen kombiniert mit Schweißpunkten im Bereich Rohbau gefragt sind. Das Material kann auch als Bördelnahtverkleber verarbeitet werden. Betaguard RB 214 BV kann mit Induktion ( 20 Sek. bei 180°C) vorgehärtet werden.

Haftung auf öligem Metallsubstraten im Einsatz in der Automobil-Industrie, Durchschweisbarkeit ohne Verbrennung oder starke Geruchsbildung, gute Verträglichkeit zu Vorbehandlungs- und KTL-Bädern sowie gute Auswaschbeständigkeit für Fügedicke unter 2 mm sind gegeben.

Nach Aushärtung im KTL-Ofen weist BETAGUARD RB 214 BV gute Festigkeitswerte und hohe Impact Beständigkeit auf und zeigt ein gutes Korrosionsverhalten.

---



### **Technische Daten :**

Basis	Synthetisches Kautschuk				
Farbe	Grau-schwarz				
Dichte	ca. 1.5 g/cm <sup>3</sup>				
Trockengehalt (1.5 Std. / 165°C)	> 99.0 %				
Auslaufzeit (Severs) (Düse 5 mm Durchmesser 3 bars; 35°C)	50 – 150 g. / Min.				
Volumenausdehnung	5 - 10 %				
Wäscher- und KTL-Verträglichkeit	gut				
Einbrennbedingungen	<table><tr><td>minimum</td><td>25 Min. / 155°C oder standard Lacklinienofen</td></tr><tr><td>maximum</td><td>30 Min. / 220°C oder standard Lacklinienofen</td></tr></table>	minimum	25 Min. / 155°C oder standard Lacklinienofen	maximum	30 Min. / 220°C oder standard Lacklinienofen
minimum	25 Min. / 155°C oder standard Lacklinienofen				
maximum	30 Min. / 220°C oder standard Lacklinienofen				
Abrutschverhalten	< 2 mm. bei 35°C.				

Techn. Datenblatt, BETAGUARD RB 214BV, status experimental, Ausgabe 1, 19/06/06, SP

Page 1 sur 2

Zugscherfestigkeit (DIN 53283) 12,5 x 25 mm	approx. 2,5 MPa mit Füge 2 mm. dick approx. 3 – 5 MPa mit Füge 0,2 mm. dick
Impact Beständigkeit (ISO 11 343) Schichtdicke 0,2 mm.	> 10 N./ mm. mit Energie 100 – 300 J. / m je nach Einbrennbedingungen
Korrosionsbeständigkeit	gut (ohne Unterwanderungskorrosion) nach 9 Zyklen 3C (D59 1336) auf Rohstahl und Feuerverzinktem Stahl
Temperaturbeständigkeit	max. 60 Min. 200°C
Lagerfähigkeit	> 3 Monate nach Auslieferung bei 5 - 35°C

---

### **Verarbeitung :**

Vorbereitung der Klebefläche	keine (Kleben auf öligem Blech mit max. 3.5 g Öl/m <sup>2</sup> )
Applikation	kalt pumpbar mit handelsübliche Kolben-, Zahnrad- oder Rotationspumpen für hobbocks und Fässer Minimum-Verhältnis bei Kolbenpumpen muss noch bestimmt werden.
Auftragstemperatur	Minimum 25°C. Maximum 45°C Bei 35°C wirkt eine deutliche Verbesserung der sofortigen Haftung dank schnellerer Ölaufnahme.
Lieferform	Kartuschen mit 300 ml Inhalt Hobbocks mit 22 Liter Inhalt Fässer mit 200 Liter Inhalt

---



## Technický list – mazivo ANTICORIT PL 3802-39 S

**Produkt-  
I N F O R M A C E****ANTICORIT PL 3802-39 S**

PI 3-4211

**Popis**

ANTICORIT PL 3802-39 S je olej typu Prelube, to znamená ochranný antikorozi olej i tvářecí mazivo pro použití v ocelárnách.

ANTICORIT PL 3802-39 S se vyznačuje následujícími speciálními vlastnostmi:

- bezpečná antikorozi ochrana i za extrémních klimatických podmínek
- optimální tvářecí výkon i pro obtížné tahy
- vhodnost pro zušlechťené plechy (Z, ZE, ZNE, ZF, fosfátované i nefosfátované), jakož i pro normální ocelové plechy
- snadná odstranitelnost i po stárnutí a tepelném zatížení
- kompatibilita se všemi běžnými lepicími systémy při výrobě automobilů
- vysoká snášenlivost s katalytickými laky a laky s nízkým obsahem rozpouštědel a pigmentů
- nezatěžuje pracovní prostředí díky základovému oleji bez obsahu těžkých kovů a halogenů a s nízkým obsahem aromátů.

ANTICORIT PL 3802-39 S se používá převážně jako konzervační olej v ocelárnách, může však být nanesen i jako tvářecí látka bezprostředně před tvářením.

**Použití**

Nanášení lze provádět všemi způsoby nástřiku (přednostně elektrostaticky) ale také naválcováním.

Doporučená pracovní teplota pro nástřik a filtraci je 40 - 65 °C.

Jako u všech tixotropních látek může dojít po delší době skladování k lehkému usazování látek, zajišťujících tixotropní účinky.

ANTICORIT PL 3802-39 S je skladovatelný v uzavřeném originálním balení při teplotě 5 - 40 °C minimálně 5 let.

**Charakteristika**

Vlastnosti	Jednotka	Údaje	Zkouška dle
Číslo barvy	-	3,5	DIN ISO 2049
Hustota při 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	915	DIN 51 757
Viskozita při 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	60	DIN 51 562
Bod vzplanutí	°C	196	DIN ISO 2592
Obsah vody	% hmotnosti	< 0,2	DIN 51 777-2
Odstranitelnost	-	vyhovuje	VW 52.02
Obsah aromátů v základovém oleji	% hmotnosti	< 7	Zkušební metoda VN č. 1. TML 1 *)
<b>Antikorozi vlastnosti (St 1405)</b>			
Kondenzační komora	h	200	ASTM D 1748
Klimatická komora	cykly	> 20	DIN 51 386-1
Solná komora	h	24	DIN 50 021 SS

\*) VM = zkušební metoda Vauxhall Motors Limited

PM 3 - 11.96 (12/99/Do)

PI3-4211.DOC

Uvedené informace a hodnoty odpovídají současnému stavu vývoje a našich provozních zkušeností. Vyhrazujeme si právo na změny. Pro uvedené údaje platí opakovatelnost podle platných zkušebních metod.

FUCHS OIL CORPORATION (CZ) spol. s r.o., Logistický areál Otice, 251 63 STRÁNČICE, e-mail: fuchs.praha@fuchs-oil.cz





Příloha 5.1

Kalibrační protokol korozní komory Liebischt SKB 1000 A-TR

 **Liebischt**  
LABORTECHNIKEN

**Werks-Kalibrierzertifikat** *factory calibration certificate*  
**K303168110610**  
Seite / page 1/3

<b>Kalibriergegenstand:</b> <i>calibration object</i>	Korrosionsprüfgerät <i>Corrosion testing unit</i>
<b>Hersteller:</b> <i>manufacturer</i>	Gebr. Liebischt GmbH & Co. KG
<b>Gerätetyp:</b> <i>type</i>	SKB 1000 A-TR
<b>Seriennummer:</b> <i>serial no.</i>	303168
<b>Auftraggeber:</b> <i>customer</i>	Labimex CZ s.r.o.
<b>Kundennummer:</b> <i>customer ID no.</i>	51011
<b>Standort:</b> <i>location</i>	Na Zámecké 11, CZ-140 00 PRAHA 4, CZECH REPUBLIC
<b>Datum der Kalibrierung:</b> <i>date of calibration</i>	11.06.10
<b>Datum der empfohlenen: Rekalibrierung</b> <i>date of recommended re- calibration</i>	10.06.11

**Konformitätsaussage**

☒ Messwert(e) innerhalb der zulässigen Abweichung<sup>1</sup>. *Measured value(s) within allowable deviation<sup>1</sup>.*  
☐ Messwert(e) außerhalb der zulässigen Abweichung<sup>1</sup>. *Measured value(s) outside allowable deviation<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>) Die Messunsicherheit wurde nach GUM mit dem Erweiterungsfaktor k=2 berechnet und enthält die Unsicherheit der Messeinrichtung(en), des eingesetzten Messverfahrens sowie der untersuchten Eigenschaften des Kalibriergegenstandes.  
<sup>2</sup>) The measurement uncertainty was calculated according to the regulations of GUM with the coverage factor k=2 and contains the uncertainty of the measuring system, of the measuring procedure and of the checked characteristics of the calibration object.

Die für die Kalibrierung verwendeten Messeinrichtungen werden regelmäßig kalibriert und sind rückführbar auf die nationalen Normale der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) Deutschlands oder auf andere nationale Normale.  
*The measuring installations used for calibration are regularly calibrated and traceable to the national standards of the German Federal Physical Technical Institute (PTB) or other national standards.*

Dieses Zertifikat darf nur vollständig weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Zertifikate ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.  
*This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Certificates without signature and stamp are not valid.*

<b>Stempel / stamp</b>	<b>Prüfer / responsible person</b>
Gebr. Liebischt GmbH & Co. KG Eisenstr. 34 DE - 33619 Bielefeld Tel. +49 (0) 521 9 46 47-0 Fax +49 (0) 521 - 9 46 47-90	 B. Koch

Gebr. Liebischt GmbH & Co. KG - P.O. Box 140606 - D-33626 Bielefeld - Fon +49 (0)521 9 46 47-0  
Fax +49 (0)521 9 46 47-90 - E-Mail: mail@liebischt.com - www.liebischt.com



# Werks-Kalibrierzertifikat *factory calibration certificate*

K303168110610

Seite / page 2/3

## Messeinrichtungen *measuring equipment*

Referenz <i>reference</i>	Kalibrierstelle <i>calibration organization</i>	Zertifikat-Nr. <i>certificate no.</i>	Equipment-Nr. <i>equipment no.</i>
Anzeigegerät <i>indicator</i> Dostmann P500 37038	Ludwig Schneider Messtechnik GmbH, Wertheim	DKD-K-06701 2010-05 (20.05.2010)	37038
Fühler <i>probe</i> Dostmann Pt100 102233	Ludwig Schneider Messtechnik GmbH, Wertheim	DKD-K-06701 2010-05 (20.05.2010)	102233
Rückführung auf <i>Tracesbility to</i>			
LSM-1107	DKD-K-06701	1611 / 2009-12	
LSM-5102	DKD-K-06701	0710 / 2009-05	

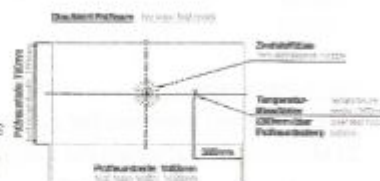
## Umgebungsbedingungen *ambient conditions*

Temperatur *temperature* : 22,0 °C +/- 2°C

## Kalibrierverfahren *calibration procedure*

Vergleichsmessung zwischen o. g. Anzeigegerät / Fühler als Referenz und der Anzeige des Kalibriergegenstandes während des laufenden Prozesses. Position des Messfühlers gem. Skizze. Messprozess gem. Prüfnormen DIN EN ISO 6270-2 bzw. 9227.

*Comparison measurement between above called indicator / probe as reference and the display of the calibration object during the running process. Position of probe acc. to drawing, measurement process acc. To test standards DIN EN ISO 6270-2 and 9227.*



Position der Messeinrichtung

*Position of measurement equipment*

## Messergebnisse *measuring results*

### System Salznebel *system salt spray*

Sollwert Kali- briergegenstand <i>setpoint object</i>	angezeigter Messwert Kali- briergegenstand <i>Indicated meas- ured value of object</i>	Messwert Referenz <i>Indicated value reference</i>	Abweichung <i>deviation</i>	zul. Abweichung gem. Prüfnorm <i>allowable devia- tion acc. stan- dard</i>	Gesamt-Mess- Unsicherheit <i>Total uncertainty</i>
35,0°C	35,0°C	35,08°C	0,08°C	+/- 2°C	+/- 0,9°C

### System Kondenswasser *system condensation water*

Sollwert Kali- briergegenstand <i>setpoint object</i>	angezeigter Messwert Kali- briergegenstand <i>Indicated meas- ured value of object</i>	Messwert Referenz <i>Indicated value reference</i>	Abweichung <i>deviation</i>	zul. Abweichung gem. Prüfnorm <i>allowable devia- tion acc. stan- dard</i>	Gesamt-Mess- Unsicherheit <i>Total uncertainty</i>
40,0°C	40,0°C	40,34°C	0,34°C	+/- 2°C	+/- 0,9°C



**Werks-Kalibrierzertifikat** *factory calibration certificate*

**K303168110610**

Seite / page 3/3

Alle Messwerte sind Mittelwerte aus Mehrfachmessungen. Die angegebenen Ergebnisse gelten nur für den Messort.  
*All measured values are mean values of multiple measurements. The results are only valid for the measurement point.*

**Besondere Bemerkungen** *special remarks*

Zul. Abweichungen gem. Prüfstandard DIN EN ISO 9227 (Salznebel) und DIN EN ISO 6270-2 (Kondenswasser) bei nicht beladenem Prüfraum. Der Einfluss der vernebelten Testlösung (Nebeldichte, Temperatur, Konsistenz) während des laufenden Prozesses auf die Messergebnisse bleibt unberücksichtigt.

*Allowable deviations according to standard DIN EN ISO 9227 (salt spray) and DIN EN ISO 6270-2 (condensation water) with not-loaded test chamber. The influence of sprayed test solution (fog density, temperature, consistency) to the measuring results during the running process is not included.*





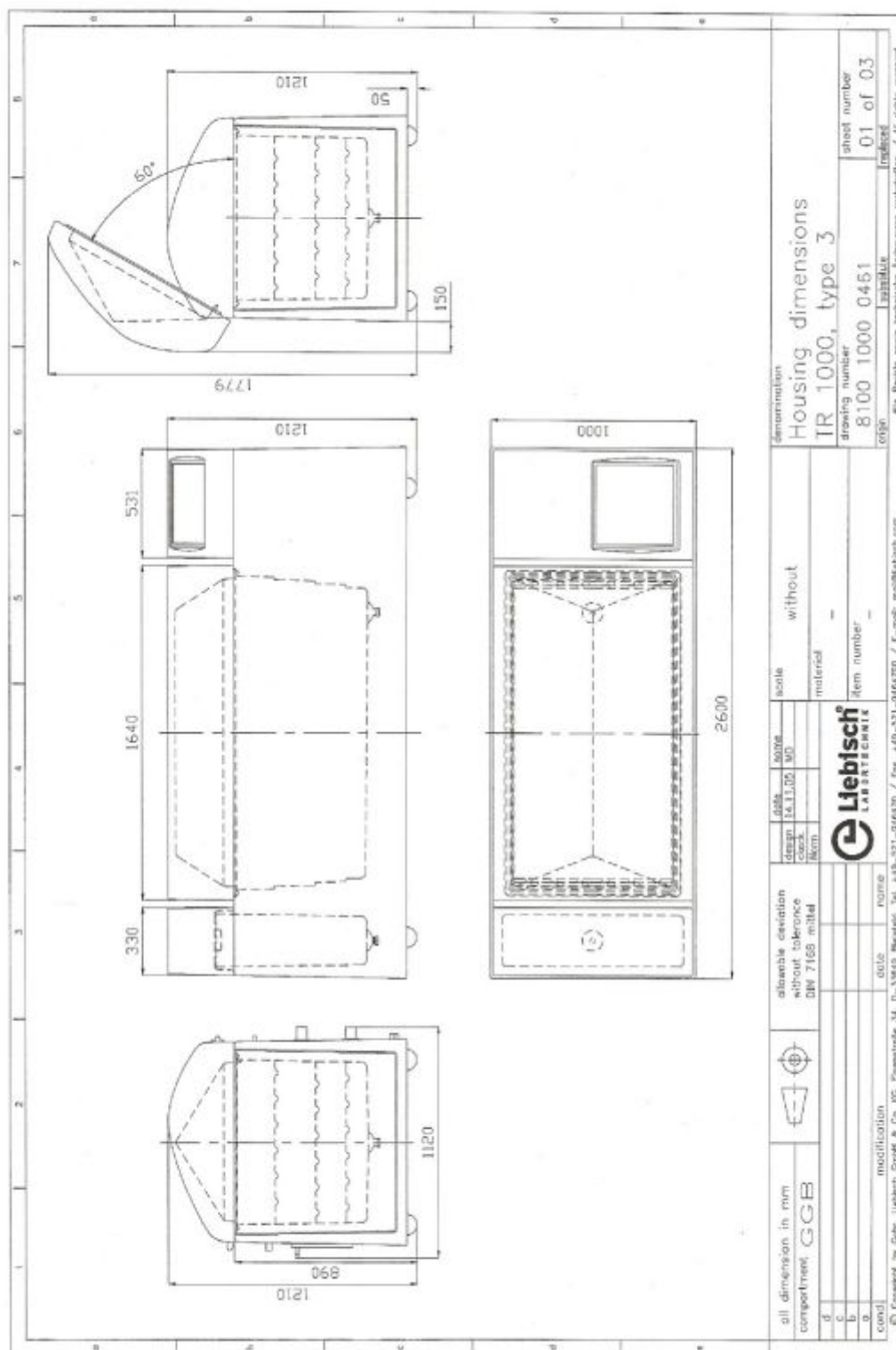
## Příloha 5.2

## Technické parametry korozní komory Liebisch SKB 1000 A-TR

Technische Daten / Technical data

Gerätetyp	S 1000 A-TR	SKB 1000 A-TR	SKBW 1000 A-TR	SKBWF 1000 A-TR	Type
Artikel-Nr.	4201 6211	4206 6211	4207 6211	4210 6211	Type No.
Gehäuse	GFK / GRP	GFK / GRP	GFK / GRP	GFK / GRP	Case
Gehäuseaußenmaße (BxTxH in mm)	2600x1120x1210	2600x1120x1210	2600x1120x1210	2600x1120x1210	External case dimensions (WxDxH in mm)
Prüfrauminnenmaße (BxTxH in mm)	1535/1425x800/ 780x660/650	1535/1425x800/ 780x660/650	1535/1425x800/ 780x660/650	1535/1425x800/ 780x660/650	Internal test room dimensions (WxDxH in mm)
Max. Beladung der Probenaufnahme	10kg / Etage 10kg / tier	10kg / Etage 10kg / tier	10kg / Etage 10kg / tier	10kg / Etage 10kg / tier	Max. load specimen holder
Betriebsspannung	230 V +6/-10%	230 V +6/-10%	230 V +6/-10%	400 V +6/-10%	Operating voltage
Anschlusswert S	2900 W	2900 W	2900 W	2900 W	Connected load S
Anschlusswert K	---	2250 W	2250 W	2250 W	Connected load K
Anschlusswert B	---	500 W	500 W	500 W	Connected load B
Anschlusswert W	---	---	5150 W	5150 W	Connected load W
Regelbereich Befeucht. S	bis / up to 70°C	bis / up to 70°C	bis / up to 70°C	bis / up to 70°C	Control range humidifier S
Regelbereich Prüfraum K	---	bis / up to 50°C	bis / up to 50°C	bis / up to 50°C	Control range test room K
Regelbereich Prüfraum S	bis / up to 50°C	bis / up to 50°C	bis / up to 50°C	bis / up to 50°C	Control range test room S
Regelbereich Prüfraum W	---	---	bis / up to 60°C	bis / up to 60°C	Control range test room W
Regelbereich Prüfraum F	---	---	---	bis / up to 50°C	Control range test room F
Frequenz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	Frequency
Gerätesicherung	12 A	12 A	12 A	12 A	Fuse
Temperatur-Regelung	SPS / PLC	SPS / PLC	SPS / PLC	SPS / PLC	Temperature control
Übertemperaturschutz	ja / yes	ja / yes	ja / yes	ja / yes	Overtemperature protection
Volumen Prüfraum	1000 l	1000 l	1000 l	1000 l	Volume test chamber
Vorrat Testlösung	ca. / approx. 150 l	ca. / approx. 150 l	ca. / approx. 150 l	ca. / approx. 150 l	Test solution supply
VE.-Wasserverbrauch Befeuchter / Std.	ca. / approx. 80 – 120 ml	ca. / approx. 80 – 120 ml	ca. / approx. 80 – 120 ml	ca. / approx. 80 – 120 ml	Distilled water consumption humidifier / hour
Testlösungsverbrauch / Std.	ca. / approx. 0,7 – 1,0 l	ca. / approx. 0,7 – 1,0 l	ca. / approx. 0,7 – 1,0 l	ca. / approx. 0,7 – 1,0 l	Test solution consumption / hour
Wasserfüllung Bodenwanne KON	---	15 l	15 l	15 l	Water filling base trough system KON

Technische Änderungen vorbehalten.  
Technical changes reserved.





## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betamate 1496F  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : EG+PH (10 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

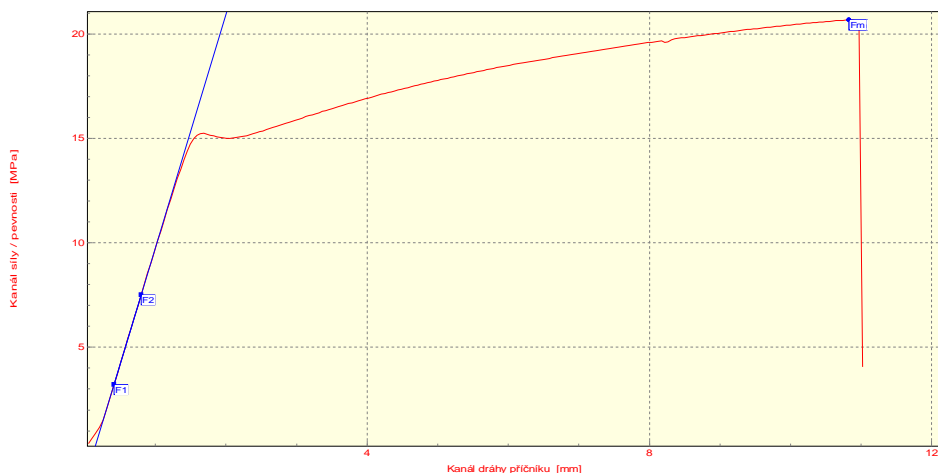
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 50  
SCF: : 40  
AF: : 10

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	21.84
2	20.44
3	21.06
4	21.32
5	20.66

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	21.07
Směrodatná odchylka	0.55



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betamate 1496F  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : HDG (10 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

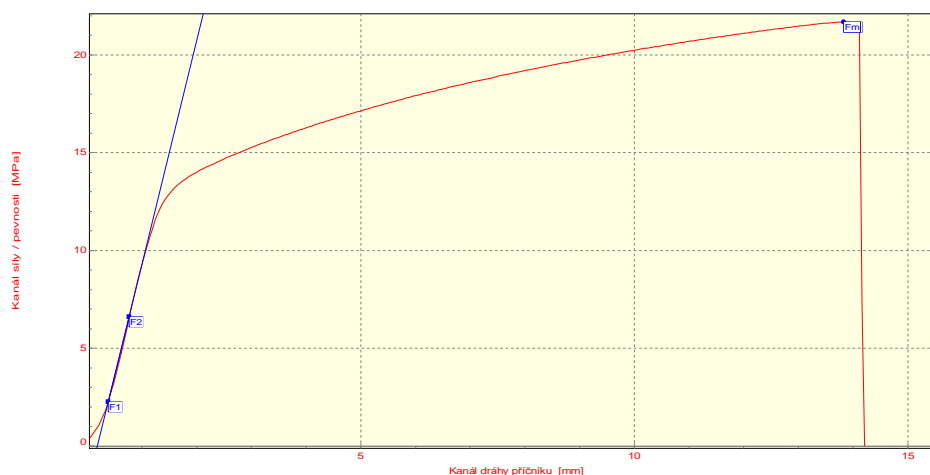
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 50  
SCF: : 15  
AF: : 35

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	21.42
2	20.10
3	21.20
4	21.68
5	20.69

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	21.02
Směrodatná odchylka	0.63



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betaguard KP03  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : EG+PH (16 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

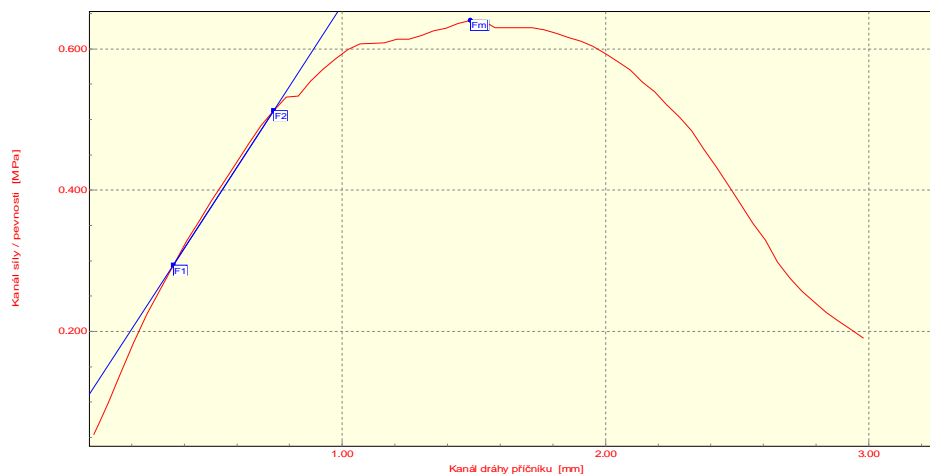
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 30  
SCF: :  
AF: : 60+C

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	0.64
2	0.85
3	0.48
4	0.46
5	0.32

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	0.55
Směrodatná odchylka	0.20



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betaguard KP03  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : HDG (16 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

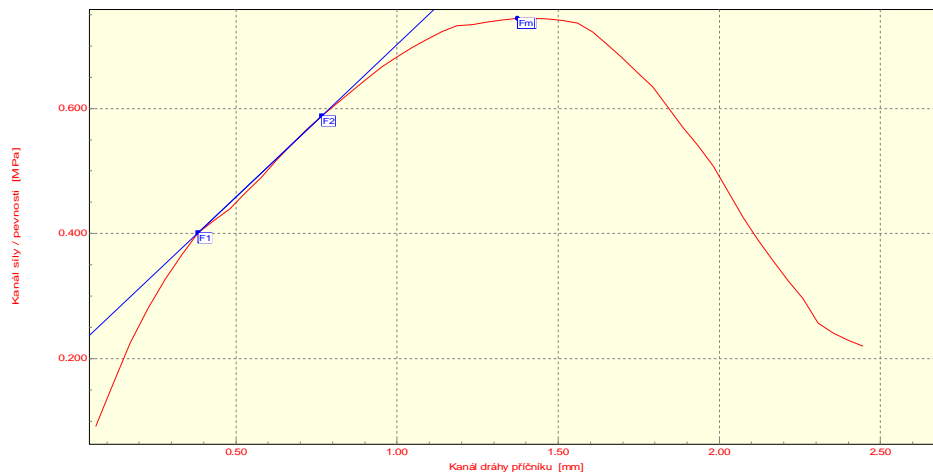
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 30  
SCF: : 10  
AF: : 50+C

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	0.55
2	0.69
3	0.68
4	1.04
5	0.74

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	0.74
Směrodatná odchylka	0.18



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betaguard RB 214BV  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : EG+PH (10 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

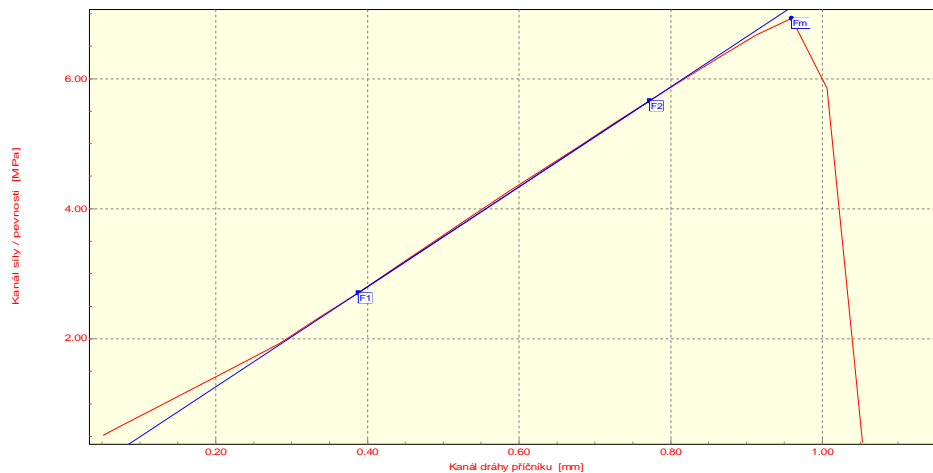
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 95  
SCF: :  
AF: : 5

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	5.38
2	8.76
3	6.93
4	7.50
5	7.47

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	7.21
Směrodatná odchylka	1.22



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: Betaguard RB 214BV  
Norma: PV 12.35  
Rychlost zatěžování: 50 mm/min  
Rozměr vzorku: HDG (10 x 25) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

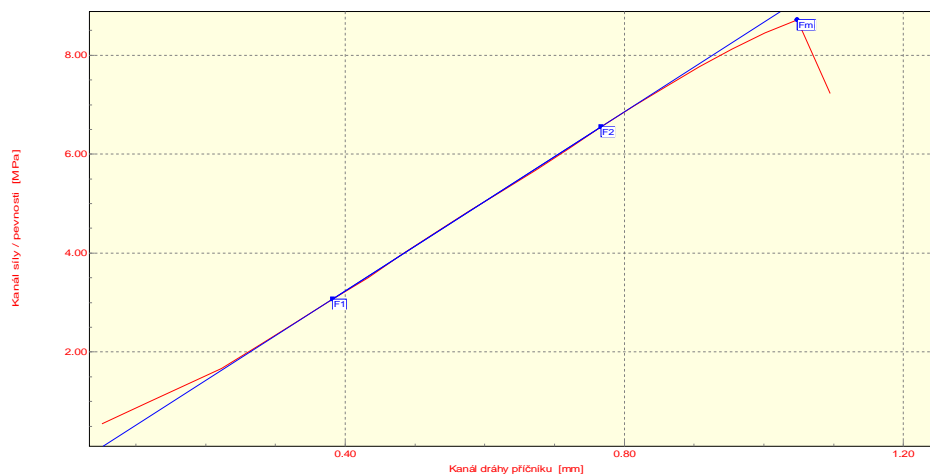
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: 90  
SCF: :  
AF: 10

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	8.72
2	7.96
3	9.02
4	8.96
5	7.04

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	8.34
Směrodatná odchylka	0.84



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>





## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: Betamate 1496F  
Norma: PV 12.35  
Rychlost zatěžování: 50 mm/min  
Rozměr vzorku: EG+PH (10 x 25) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

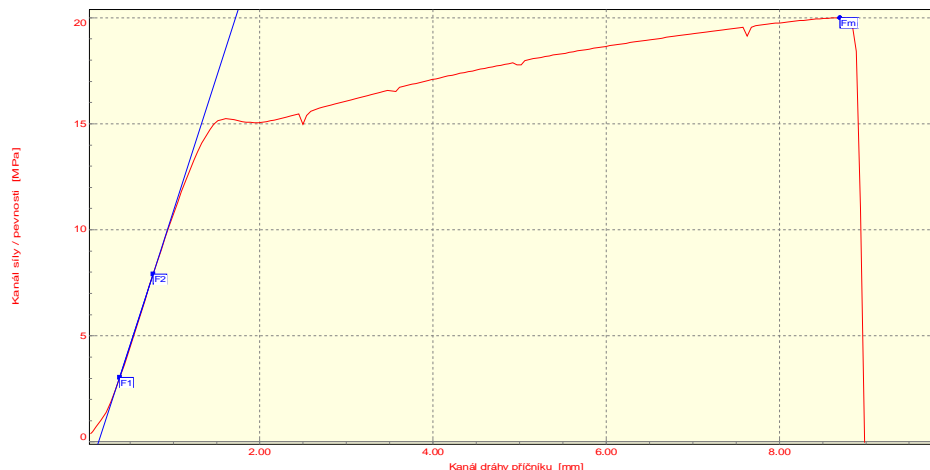
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: 60  
SCF: 30  
AF: 10

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	20.60
2	19.36
3	20.00
4	19.65
5	19.55

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	19.83
Směrodatná odchylka	0.49



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: Betamate 1496F

Norma: PV 12.35

Rychlost zatěžování: 50 mm/min

Rozměr vzorku: HDG (10 x 25) mm

Datum zkoušky: 19.12.2010

Vypracoval: Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků

Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210

Test při RT

### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

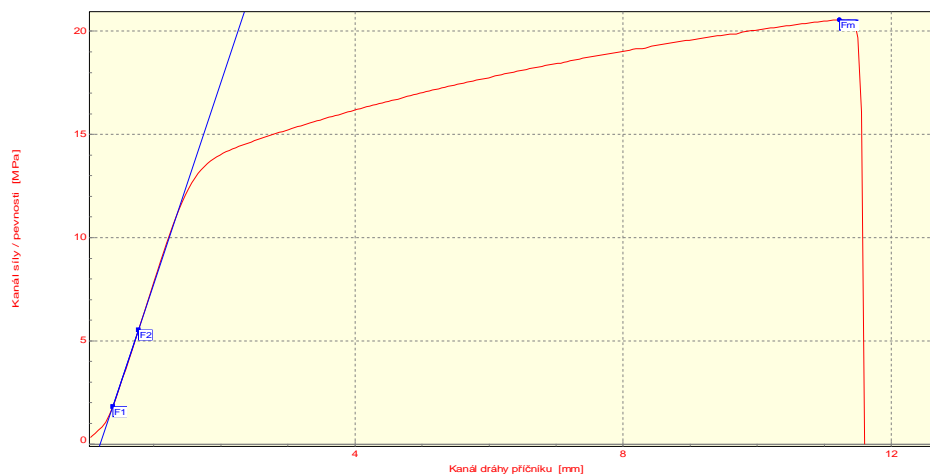
CF: 70

SCF: 25

AF: 5

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	22.47
2	21.15
3	18.79
4	20.55
5	20.39

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	20.67
Směrodatná odchylka	1.33



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betaguard KP03  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : EG+PH (16 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

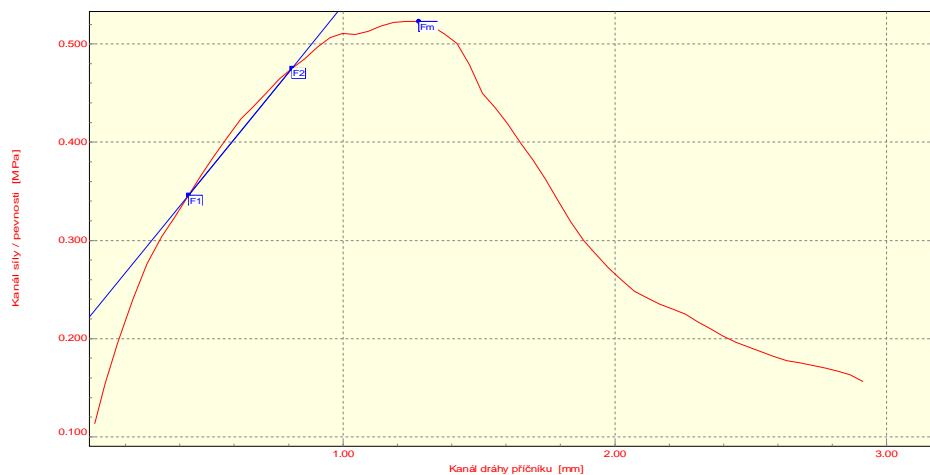
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 20  
SCF: :  
AF: : 70+C

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	0.40
2	0.74
3	0.52
4	0.51
5	0.22

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	0.48
Směrodatná odchylka	0.19



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betaguard KP03  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : HDG (16 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

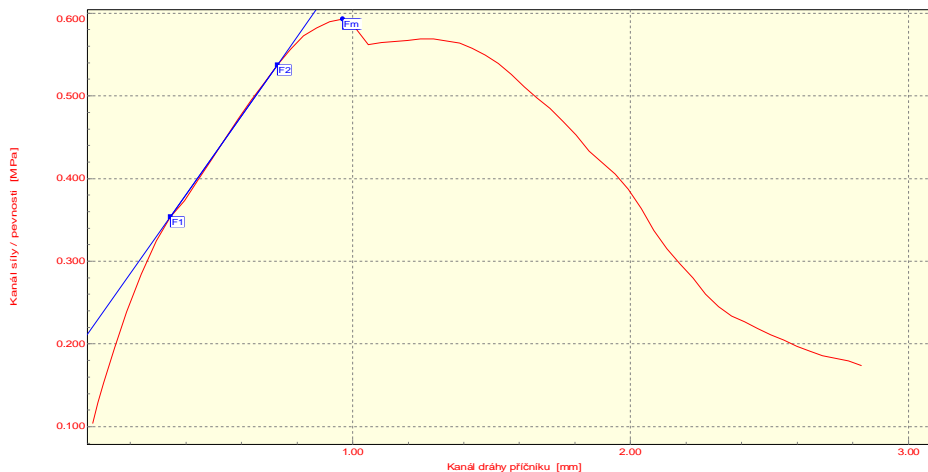
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 30  
SCF: : 10  
AF: : 50+C

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	0.90
2	0.43
3	0.59
4	0.59

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	4
Průměrná hodnota	0.63
Směrodatná odchylka	0.20



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: Betaguard RB 214BV  
Norma: PV 12.35  
Rychlost zatěžování: 50 mm/min  
Rozměr vzorku: EG+PH (10 x 25) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

**PŘÍPRAVA VZORKŮ:** Nanesení mazi, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

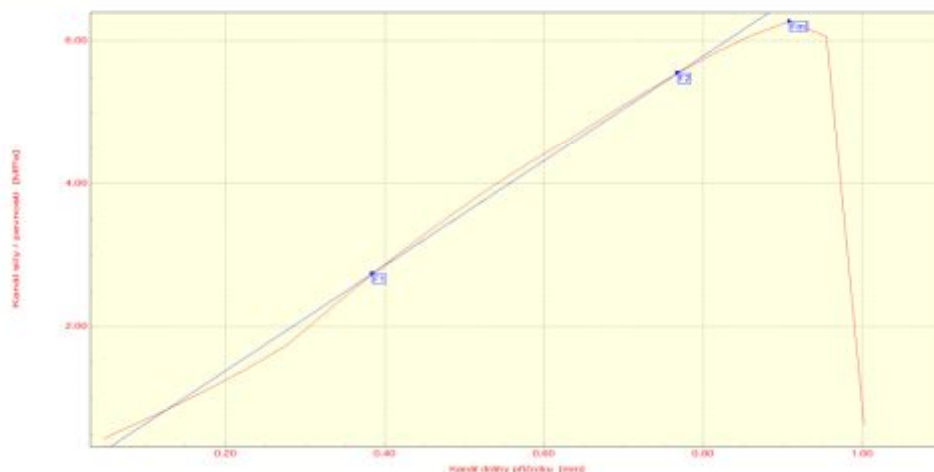
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: 90  
SCP: 5  
AF: 5

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	5.06
2	4.94
3	7.79
4	6.27
5	6.62

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	6.14
Směrodatná odchylka	1.18



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentská 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA SMYKOVÉ PEVNOSTI PV 12.35

### PODMÍNKY

Testovaný materiál: : Betaguard RB 214BV  
Norma: : PV 12.35  
Rychlost zatěžování: : 50 mm/min  
Rozměr vzorku: : HDG (10 x 25) mm  
Datum zkoušky: : 19.12.2010  
Vypracoval: : Václav Bišický

PŘÍPRAVA VZORKŮ: Nanesení maziva, 60 min. kondicionace, Slepění vzorků  
Vytvrzení v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV1210  
Test při RT

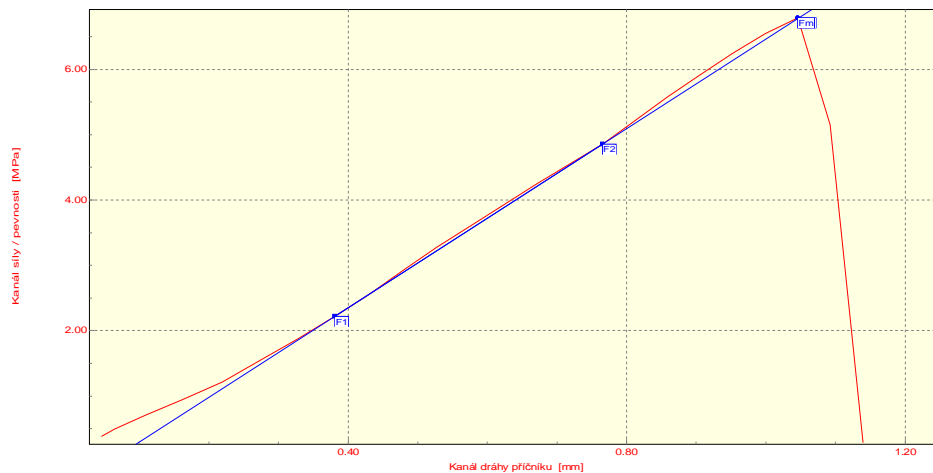
### VÝSLEDKY

Typ porušení [%]:

CF: : 80  
SCF: : 10  
AF: : 10

Číslo zkoušky	Rm MPa
1	9.23
2	7.62
3	7.35
4	7.59
5	6.78

Statistická hodnota	Rm MPa
Počet zkoušek	5
Průměrná hodnota	7.72
Směrodatná odchylka	0.91



Technická univerzita v Liberci

Katedra strojírenské technologie  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál : Betamate 1496F  
Norma : ISO 11339  
Rychlost zatěžování : 100 mm/min  
Rozměr vzorku : EG+PH (25 x 150) mm  
Datum zkoušky : 19.12.2010  
Vypracoval : Václav Bišický

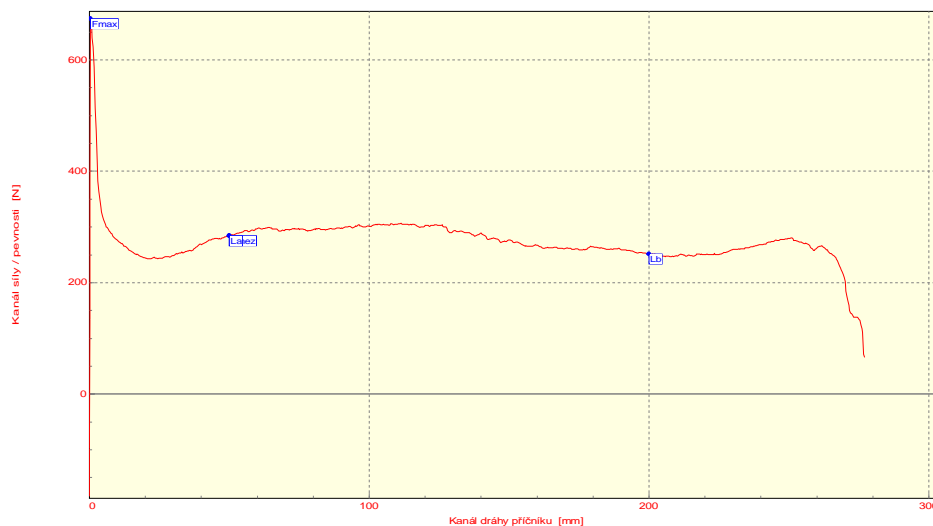
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	674.14	11.25
2	539.91	12.56
3	685.31	11.55
4	715.46	10.51
5	626.42	12.17

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	648.25	11.61
Směrodatná odchylka	68.51	0.80

CF : 90  
SCF : 10  
AF :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál: Betamate 1496F  
Norma: ISO 11339  
Rychlost zatěžování: 100 mm/min  
Rozměr vzorku: HDG (25 x 150) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

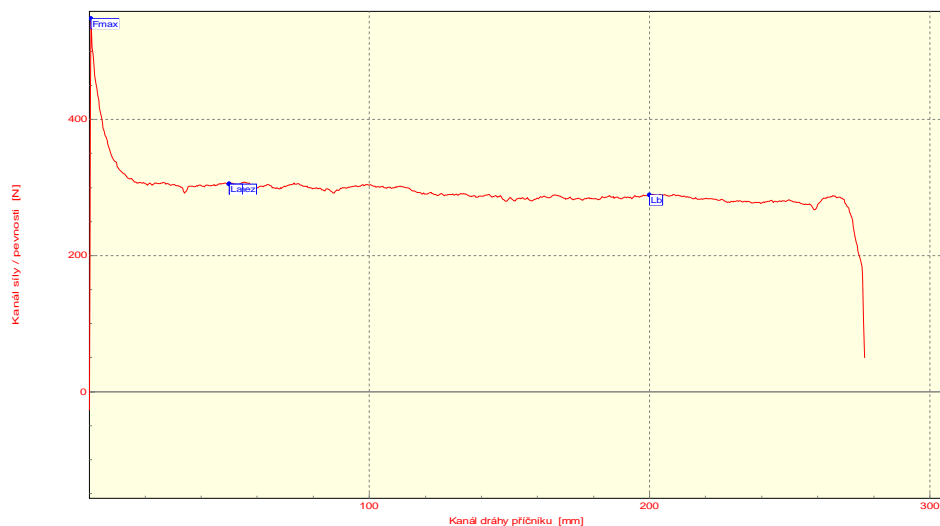
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	694.09	11.82
2	580.23	12.67
3	534.13	11.89
4	523.90	11.44
5	548.56	11.77

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	576.18	11.92
Směrodatná odchylka	69.25	0.46

CF: 90  
SCF: 10  
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>





## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál: Betaguard KP03  
Norma: ISO 11339  
Rychlost zatěžování: 100 mm/min  
Rozměr vzorku: EG+PH (25 x 150) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

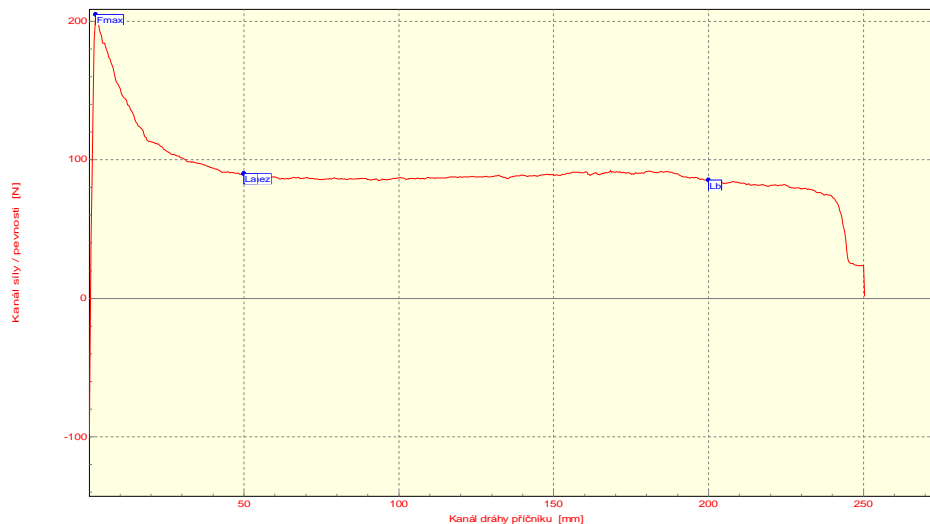
Příprava vzorků: Nanášení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
1	173.52	3.34
2	282.42	3.08
3	176.13	3.61
4	204.65	3.53
5	177.00	3.88

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	202.74	3.49
Směrodatná odchylka	46.31	0.30

CF: 90  
SCF: :  
AF: 5+C



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál: Betaguard KP03  
Norma: ISO 11339  
Rychlost zatěžování: 100 mm/min  
Rozměr vzorku: HDG (25 x 150) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

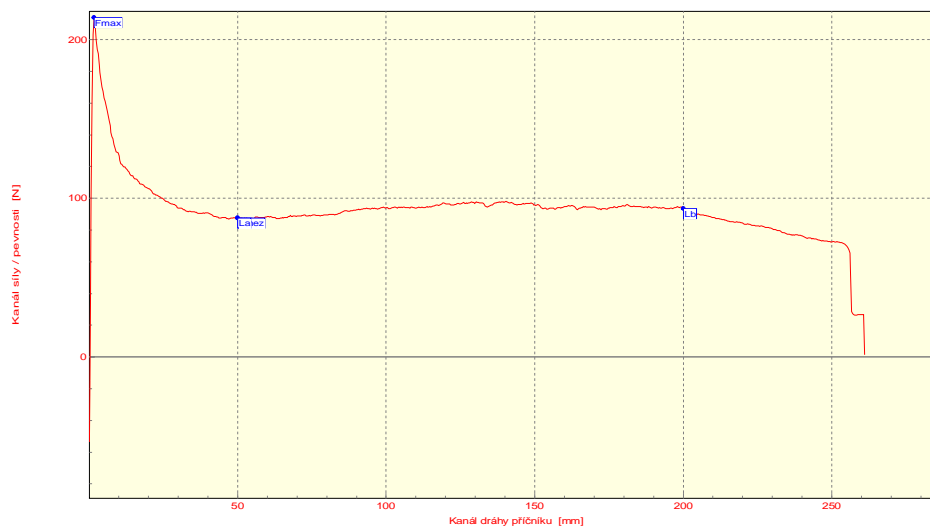
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	159.10	2.21
2	213.74	3.73
3	182.39	3.51
4	188.71	3.15
5	269.36	3.11

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	202.66	3.14
Směrodatná odchylka	42.06	0.58

CF: 60  
SCF: 5  
AF: 30+C



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál : Betaguard RB 214BV  
Norma : ISO 11339  
Rychlost zatěžování : 100 mm/min  
Rozměr vzorku : EG+PH (25 x 150) mm  
Datum zkoušky : 19.12.2010  
Vypracoval : Václav Bišický

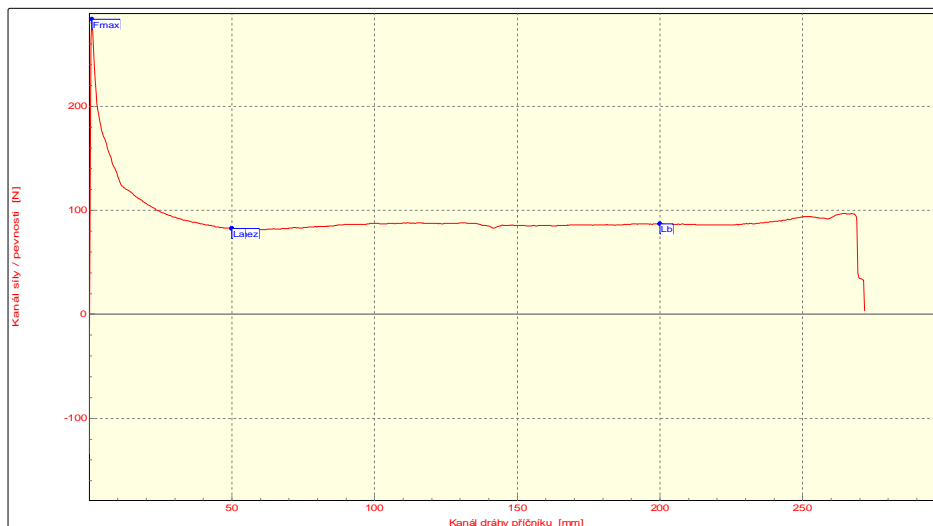
Příprava vzorků: Nanášení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	254.72	3.53
2	335.81	3.47
3	283.84	3.39
4	223.21	3.72

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	4	4
Průměrná hodnota	274.39	3.53
Směrodatná odchylka	47.85	0.14

CF : 100  
SCF :  
AF :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů

Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál: Betaguard RB 214BV  
Norma: ISO 11339  
Rychlost zatěžování: 100 mm/min  
Rozměr vzorku: HDG (25 x 150) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

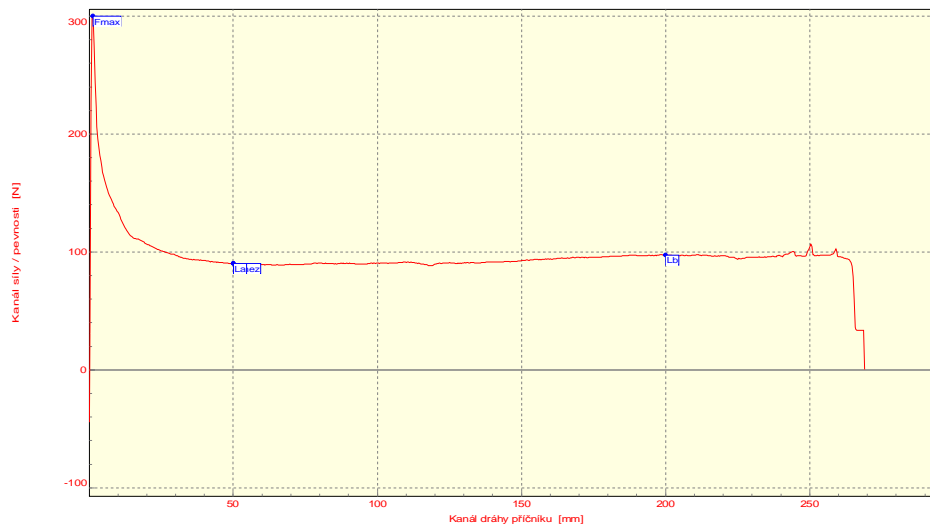
Příprava vzorků: Nanášení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	306.53	3.74
2	299.95	3.70
3	340.38	3.77
4	332.71	3.63
5	264.35	3.27

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	308.78	3.62
Směrodatná odchylka	30.12	0.20

CF: 100  
SCF: :  
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál: Betamate 1496F  
Norma: ISO 11339  
Rychlost zatěžování: 100 mm/min  
Rozměr vzorku: EG+PH (25 x 150) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

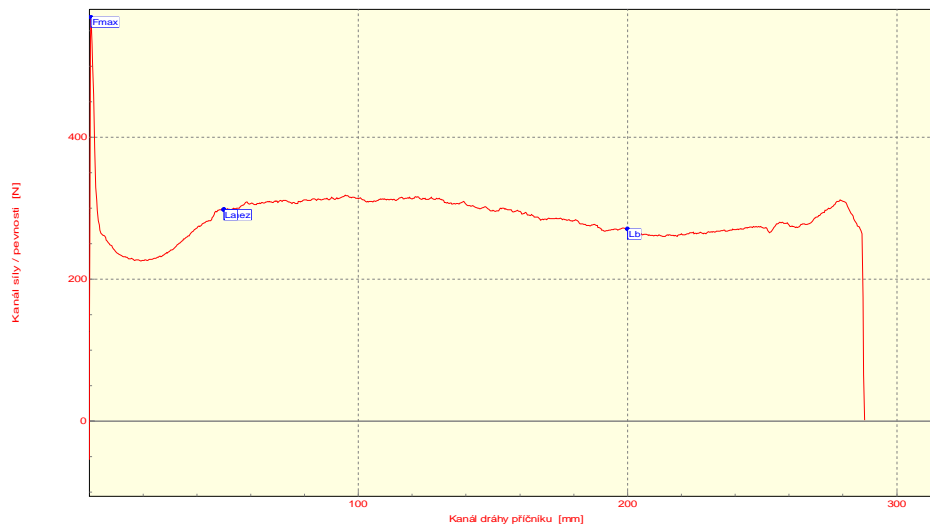
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	568.99	12.00
2	553.81	12.03
3	527.85	10.31
4	672.23	10.50
5	731.28	11.79

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	610.83	11.32
Směrodatná odchylka	86.84	0.85

CF: 90  
SCF: 10  
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál : Betamate 1496F  
Norma : ISO 11339  
Rychlost zatěžování : 100 mm/min  
Rozměr vzorku : HDG (25 x 150) mm  
Datum zkoušky : 19.12.2010  
Vypracoval : Václav Bišický

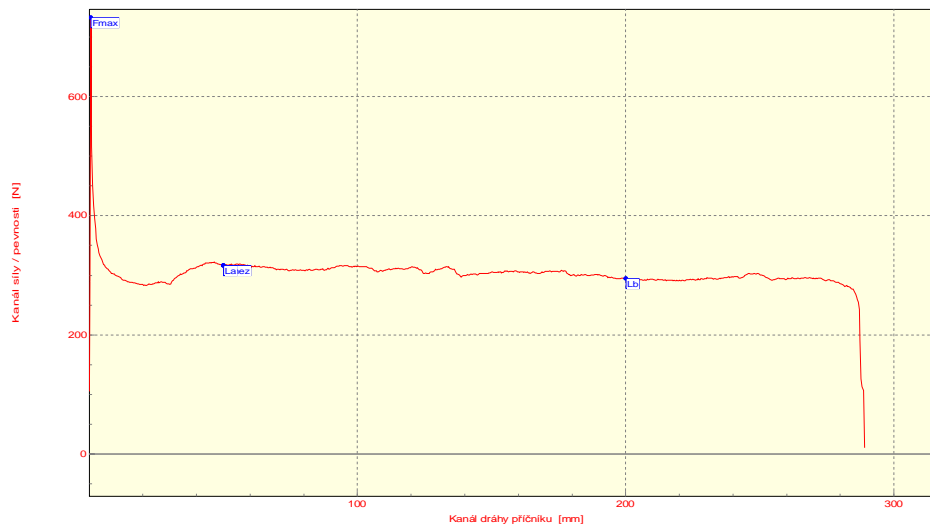
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
1	665.61	11.73
2	751.44	11.58
3	689.61	10.78
4	731.79	12.39
5	697.50	11.43

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	707.19	11.58
Směrodatná odchylka	34.26	0.58

CF : 90  
SCF :  
AF : 10



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál : Betaguard KP03  
Norma : ISO 11339  
Rychlost zatěžování : 100 mm/min  
Rozměr vzorku : EG+PH (25 x 150) mm  
Datum zkoušky : 19.12.2010  
Vypracoval : Václav Bišický

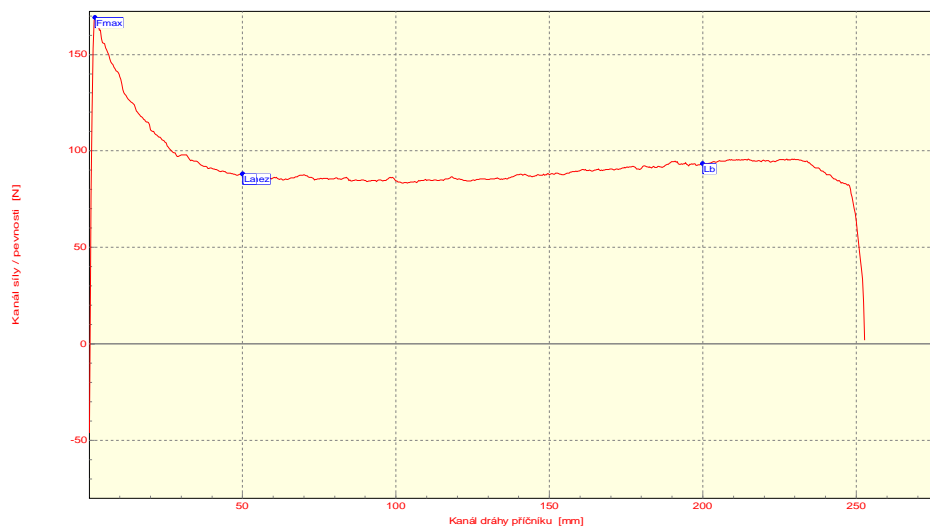
Příprava vzorků: Nanosení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	195.97	3.33
2	163.37	3.62
3	169.08	3.48
4	174.64	3.50
5	188.30	3.28

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	178.27	3.44
Směrodatná odchylka	13.54	0.14

CF : 85  
SCF : 5  
AF : 10



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál : Betaguard KP03  
Norma : ISO 11339  
Rychlost zatěžování : 100 mm/min  
Rozměr vzorku : HDG (25 x 150) mm  
Datum zkoušky : 19.12.2010  
Vypracoval : Václav Bišický

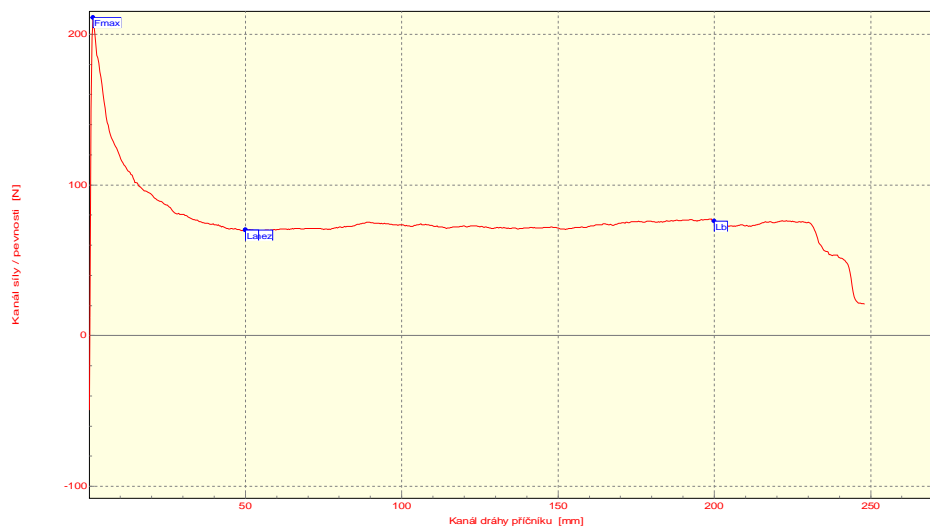
Příprava vzorků: Nanášení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
1	130.95	1.81
2	211.17	2.91
3	222.82	2.65
4	111.79	1.46
5	156.48	2.45

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	166.64	2.25
Směrodatná odchylka	48.80	0.60

CF : 50  
SCF : 5  
AF : 40+C



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>





## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál : Betaguard RB 214BV  
Norma : ISO 11339  
Rychlost zatěžování : 100 mm/min  
Rozměr vzorku : EG+PH (25 x 150) mm  
Datum zkoušky : 19.12.2010  
Vypracoval : Václav Bišický

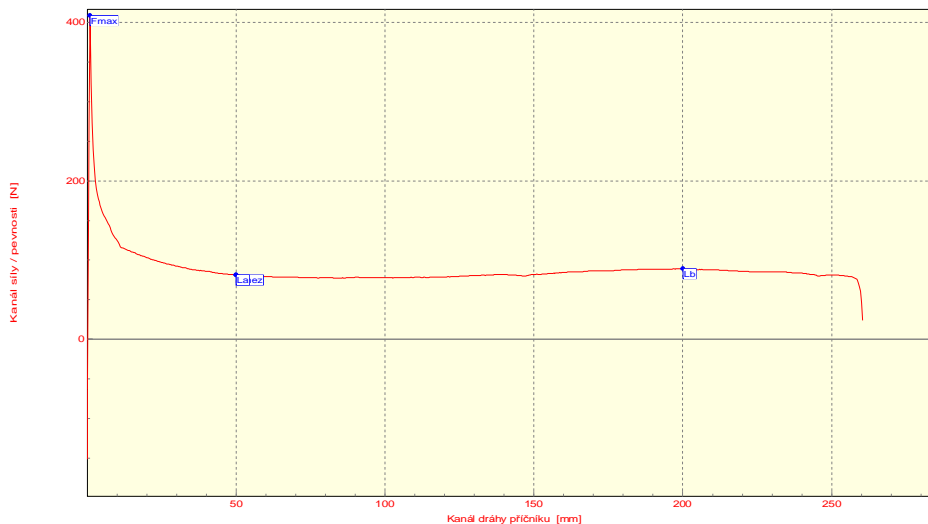
Příprava vzorků: Nanášení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	Fmax N	Fsab N/mm
1	375.35	3.17
2	343.89	3.59
3	408.88	3.27
4	322.56	3.59
5	365.72	3.83

Statistická hodnota	Fmax N	Fsab N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	363.28	3.49
Směrodatná odchylka	32.65	0.27

CF : 100  
SCF :  
AF :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## ZKOUŠKA V ODLUPU DLE ISO 11339

### Vstupní hodnoty

Testovaný materiál: Betaguard RB 214BV  
Norma: ISO 11339  
Rychlost zatěžování: 100 mm/min  
Rozměr vzorku: HDG (25 x 150) mm  
Datum zkoušky: 19.12.2010  
Vypracoval: Václav Bišický

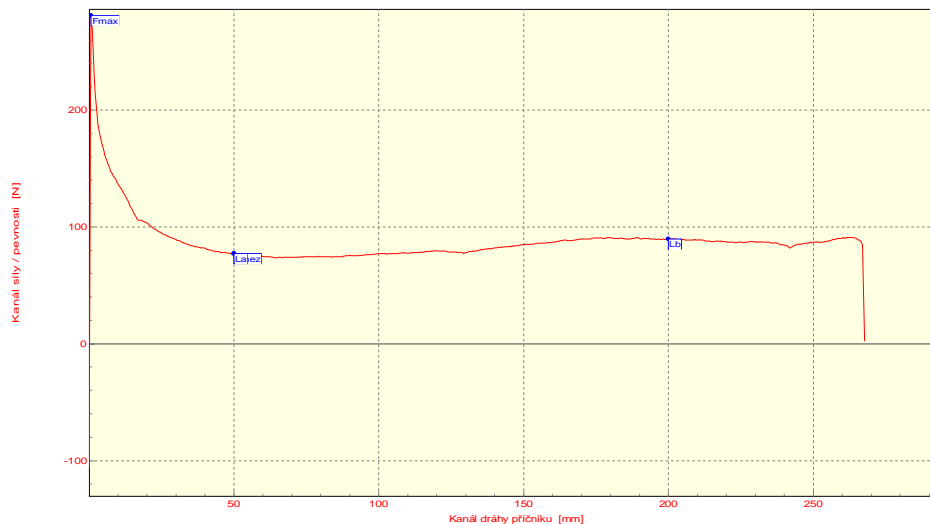
Příprava vzorků: Nanášení maziva. 60 min. kondicionace. Slepění vzorků.  
Vytvrzeno v KTL Škoda Auto a.s. Stárnutí 30 cyklů dle PV 1210.  
Test při RT.

### VÝSLEDKY

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
1	360.13	3.45
2	312.13	3.29
3	280.94	3.27
4	364.92	3.39
5	256.78	3.56

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>sab</sub> N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	314.98	3.39
Směrodatná odchylka	47.66	0.12

CF: 100  
SCF: :  
AF: :



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Oddělení tváření kovů a plastů  
Studentska 2, 461 17, Liberec 1, CZ

<http://www.ksp.tul.cz>



## Příloha 8

## Protokol zkoušky solnou mlhou z komory Liebisch SKB 1000 A – SC

	<b>Protokol / Laborbericht</b> Škoda Auto a.s. Laboratoř / Labor GQD1/1	<b>Číslo / Nr.</b> Strana / Seite Náklady / Aufwand	<b>31-L-07-1490</b> 1 / 1	
<b>Mezizpráva / Zwischenbericht</b> X		<b>Závěrečná zpráva / Abschlussbericht</b>		
<b>Název / Benennung</b>		<b>Ověření funkčních parametrů korozních komor</b>		
<b>Číslo dílu</b> Teilnummer	<b>Výkres. stav</b> Zeichnungsstand	<b>Dodavatel</b> Lieferant	<b>EMPB</b>	<b>Známka</b> Note
<b>Zadavatel / Auftraggeber</b>		<b>Termíny / Termine</b>		
<b>Jméno / Name</b>	Riha, Tomas, Ing.	<b>Přijetí zakázky / Auftrag-Eingang</b>	18.05.2007	
<b>Oddělení / Abteilung</b>	GQD1/1	<b>Přijetí dílů / Teile-Eingang</b>		
<b>Problém. hl. / Problemmeldung</b>		<b>Typ zakázky / Auftragsyp</b>	Kalibrace	
<b>Telefon</b>	+420-326-8-17382			

1. **Popis problému / Problembeschreibung :**

Ověření funkčních parametrů korozních komor Liebisch SL 1000 (ID 48104) a SKB 1000 ASC (ID 309020)

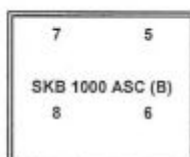
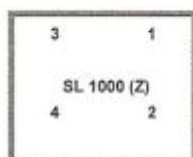
2. **Závěrečné shrnutí / Zusammenfassung :**

Funkční parametry obou zařízení vyhovují požadavkům DIN EN ISO 9227 NSS.  
 Spad je na horní hranici, korozní úbytky jsou však plně v toleranci DIN EN ISO 9227 (  $70 \pm 20 \text{ g/m}^2$  / 48 hod.)  
 a tedy i v korelaci s odpovídajícím požadavkem DIN 50 021 SS ( b. 8,  $140 \pm 20 \text{ g/m}^2$  / 96 hod.)

3. **Doporučení, opatření / Empfehlung, Maßnahmen :**4. **Zkoušky / Prüfungen :**

Ověření funkčních parametrů bylo provedeno dle DIN EN ISO 9227 NSS, b. 5.2 a 8.1

vz. č.	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	m <sub>0</sub> (g)	m <sub>1</sub> (g)	Δm (g)	K (g/m <sup>2</sup> )	spad (ml/h)	průtok (l/h)	umístění *
1	0,06	0,151	0,00906	70,562	69,922	0,640	70,6	-	0,6	ZPZ
2	0,06	0,151	0,00906	71,306	70,652	0,654	72,2	1,8	0,6	ZPP
3	0,06	0,151	0,00906	71,782	71,071	0,711	78,5	2,1	0,6	ZLZ
4	0,06	0,151	0,00906	71,581	70,934	0,647	71,4	-	0,6	ZLP
5	0,06	0,151	0,00906	70,893	70,232	0,661	73,0	1,9	0,5	BPZ
6	0,06	0,151	0,00906	70,971	70,241	0,730	80,6	-	0,5	BPP
7	0,06	0,151	0,00906	70,552	69,818	0,734	81,0	-	0,5	BLZ
8	0,06	0,151	0,00906	71,036	70,323	0,713	78,7	1,0	0,5	BLP
má být							70 ± 20	1,5 ± 0,5		



\* Z - SL1000 P - vpravo Z - vzadu  
 B - SKB1000 L - vlevo P - vpředu

hustota  $\rho = 1,032$  ( má být 1,029 - 1,036 )  
 pH = 6,8 ( má být 6,5 - 7,2 )

zkušební plechy: a, b - rozměry,  
 S - plocha

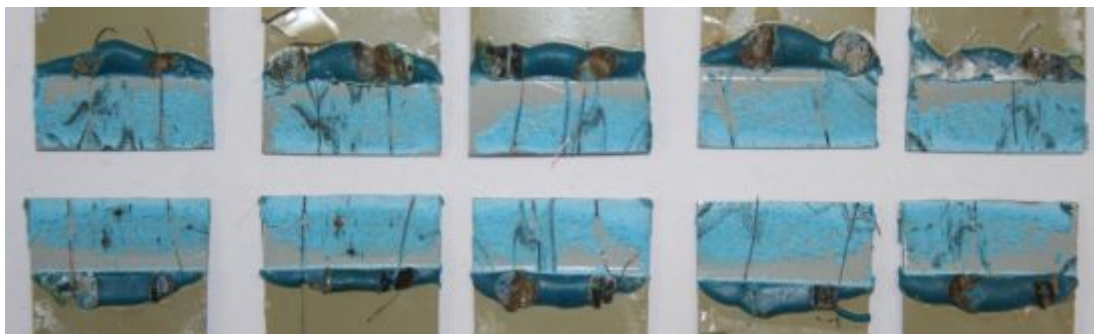
m<sub>0</sub>, m<sub>1</sub> - hmotnost před a po expozici  
 Δm - rozdíl hmotností

korozní úbytek  $K = \Delta m / S$ 

<b>Rozdělovník</b> Verteiler					
<b>Datum</b> 24.5.07	<b>Zpracovatel/Bearbeiter</b> Riha, Tomas, Ing. Tel.: +420-326-8-17382 E-Mail: TOMAS.RIHA@SKODA-AUTO.CZ	<b>Vedení/Leitung</b> <b>Josef Šáfr</b> Tel.: +420-326-8-19485 Email: josef.safra@skoda-auto.cz			
Mezi- a závěrečné zprávy jsou odeslány elektronickou poštou bez podpisu. Zwischen- und Abschlussberichte sind aufgrund elektronischer Versendung nicht unterschrieben.					



Příloha 9.1



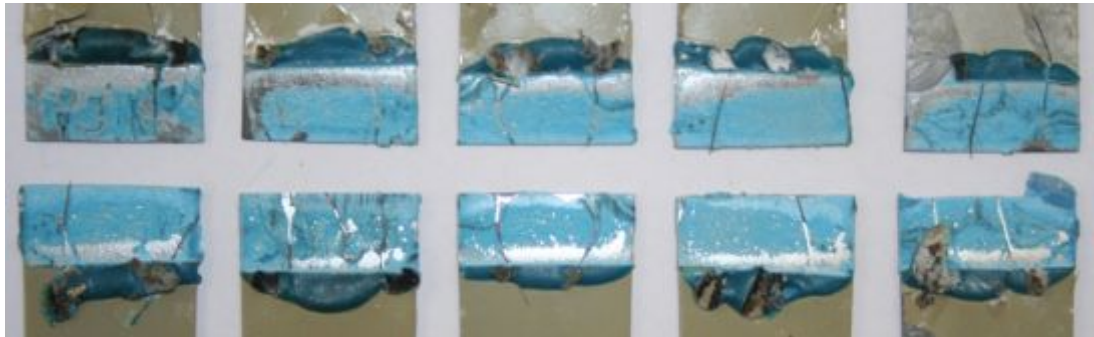
komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., PV 12.35, Lepidlo Betamate 1496F, EG+PH

Příloha 9.2



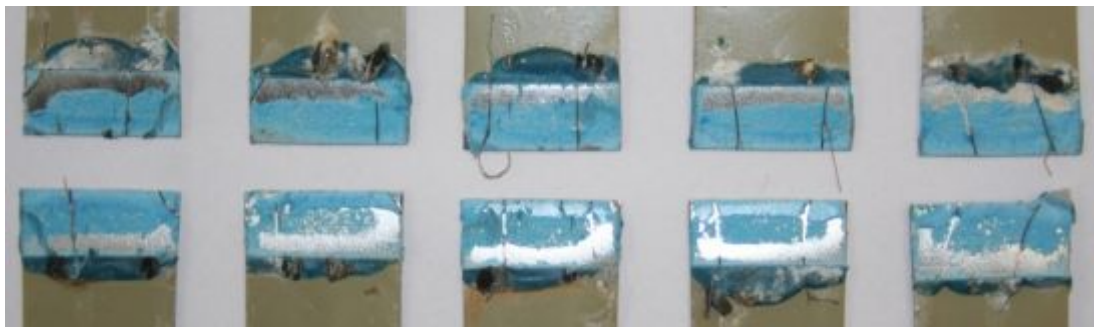
komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, PV 12.35, Lepidlo Betamate 1496F, EG+PH

Příloha 9.3



komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., PV 12.35, Lepidlo Betamate 1496F, HDG

Příloha 9.4

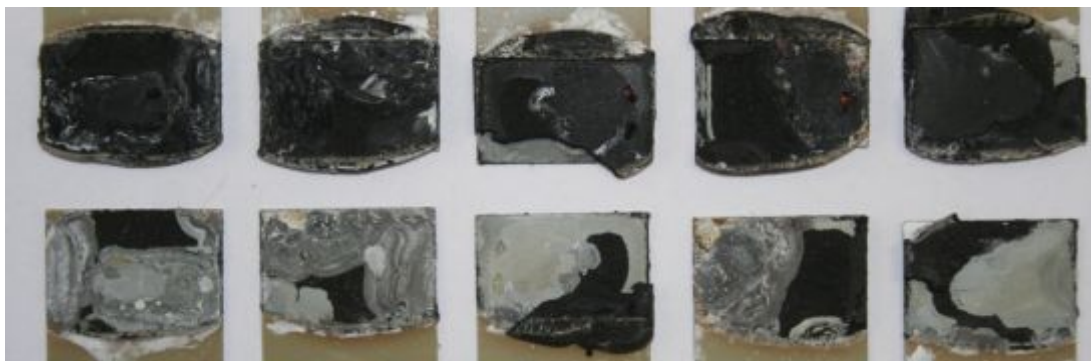


komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, PV 12.35, Lepidlo Betamate 1496F, HDG





Příloha 9.5



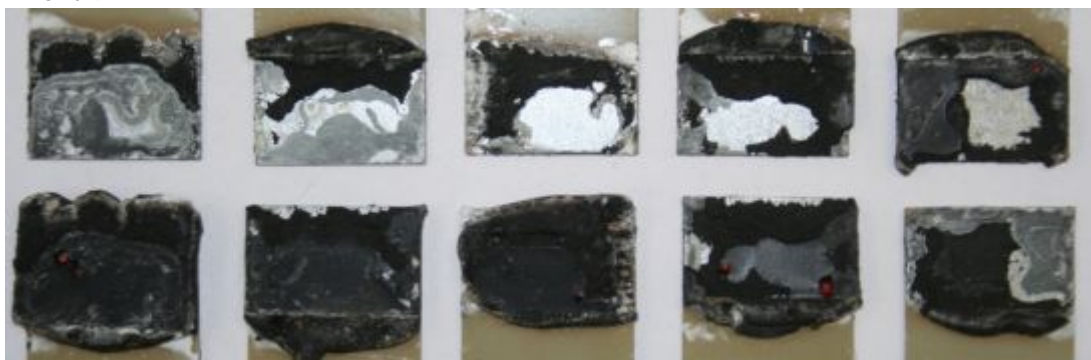
komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., PV 12.35, Lepidlo Betaguard KP03, EG+PH

Příloha 9.6



komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, PV 12.35, Lepidlo Betaguard KP03, EG+PH

Příloha 9.7



komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., PV 12.35, Lepidlo Betaguard KP03, HDG

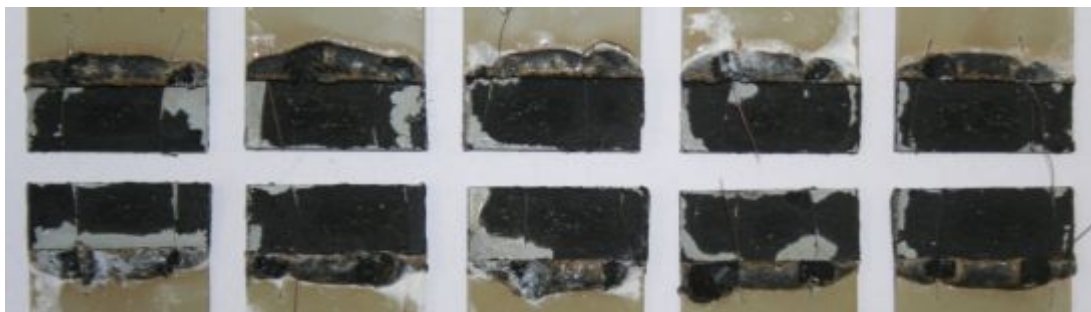
Příloha 9.8



komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, PV 12.35, Lepidlo Betaguard KP03, HDG

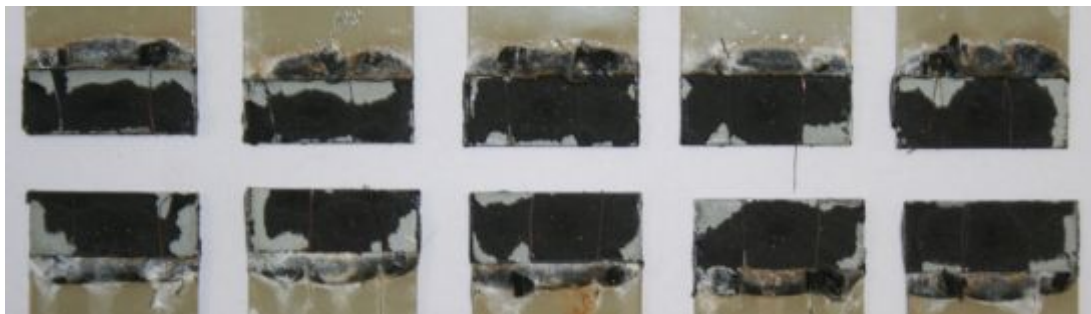


Příloha 9.9



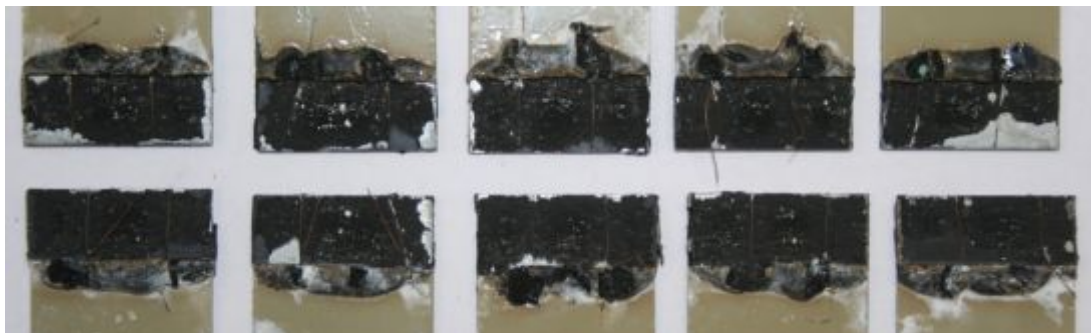
komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., PV 12.35, Lepidlo Betaguard RB 214BV, EG+PH

Příloha 9.10



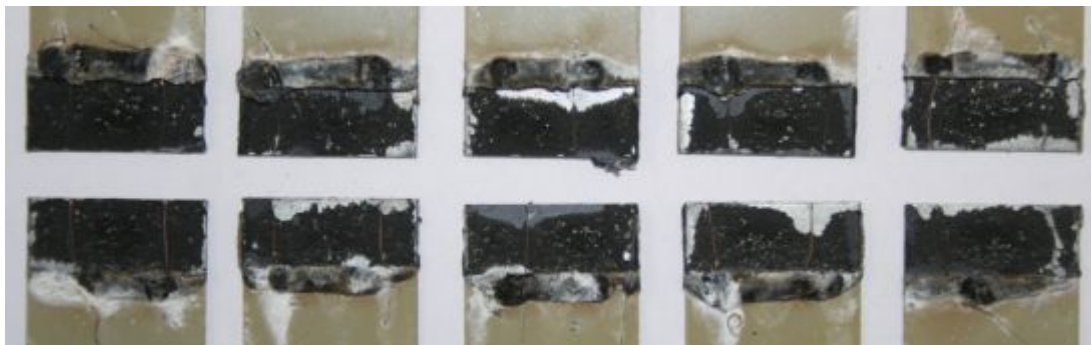
komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, PV 12.35, Lepidlo Betaguard RB 214BV, EG+PH

Příloha 9.11



komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., PV 12.35, Lepidlo Betaguard RB 214BV, HDG

Příloha 9.12



komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, PV 12.35, Lepidlo Betaguard RB 214BV, HDG



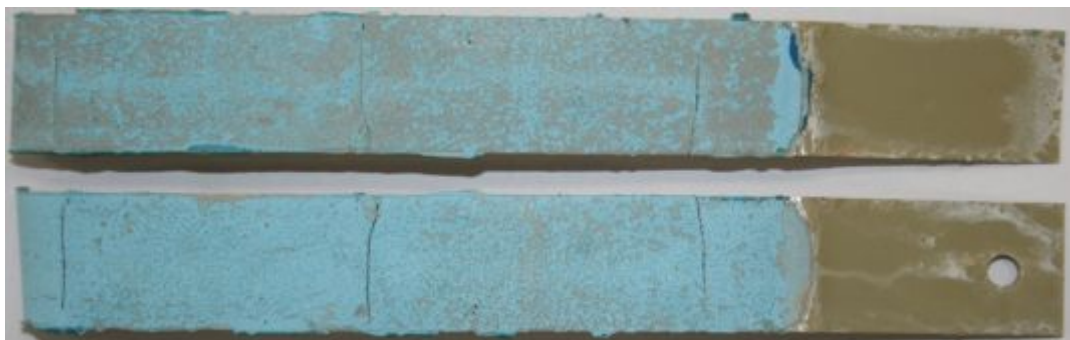


Příloha 10.1



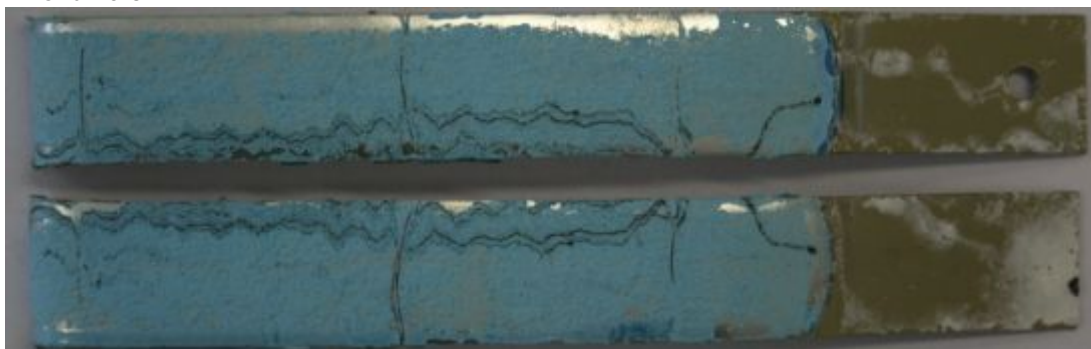
komora Liebisch SKB 1000 A -SC- Škoda Auto a.s., ISO 11339, Lepidlo Betamate 1496F, EG+PH

Příloha 10.2



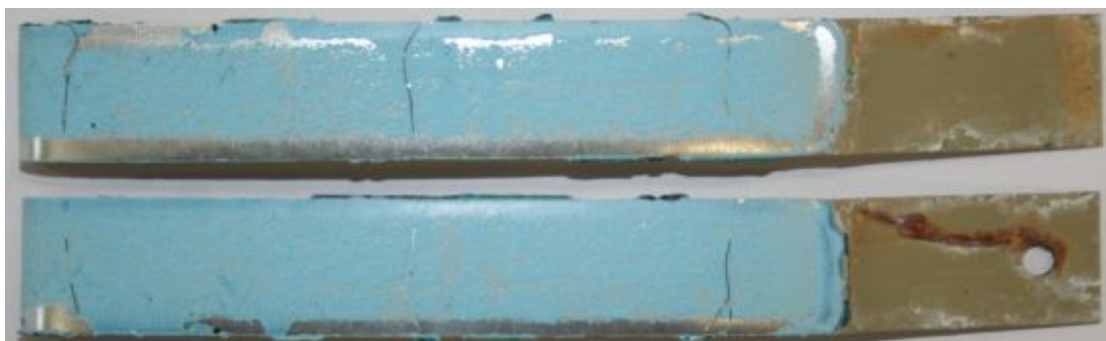
komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, ISO 11339, Lepidlo Betamate 1496F, EG+PH

Příloha 10.3



komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., ISO 11339, Lepidlo Betamate 1496F, HDG

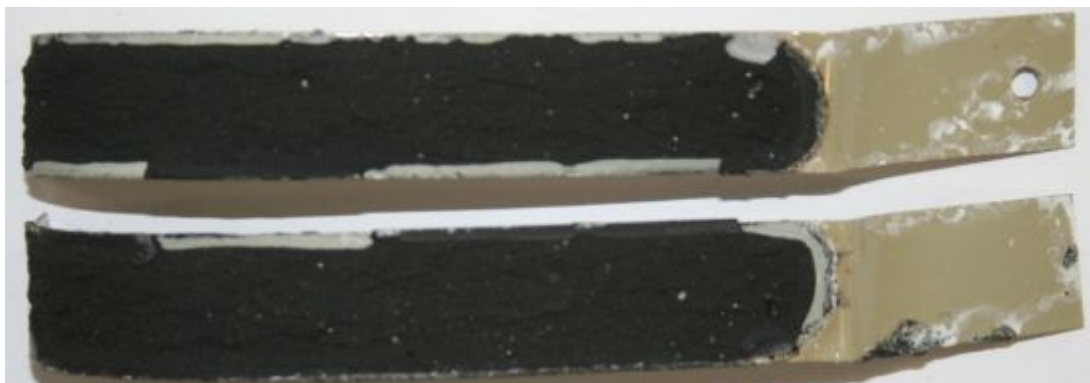
Příloha 10.4



komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, ISO 11339, Lepidlo Betamate 1496F, HDG

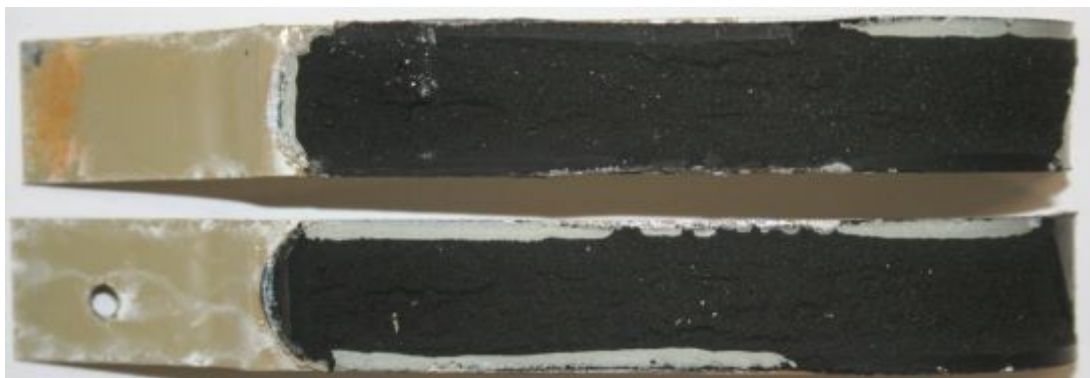


Příloha 10.5



komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., ISO 11339, Lepidlo Betaguard KP03, EG+PH

Příloha 10.6



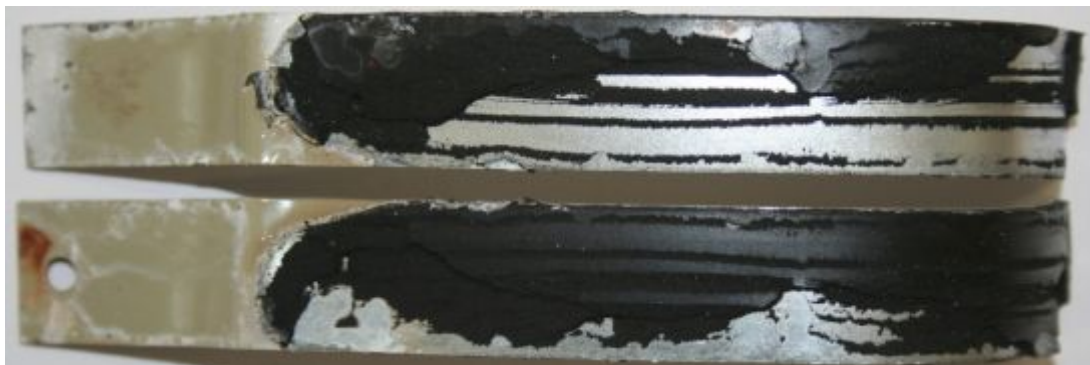
komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, ISO 11339, Lepidlo Betaguard KP03, EG+PH

Příloha 10.7



komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., ISO 11339, Lepidlo Betaguard KP03, HDG

Příloha 10.8



komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, ISO 11339, Lepidlo Betaguard KP03, HDG





Příloha 10.9



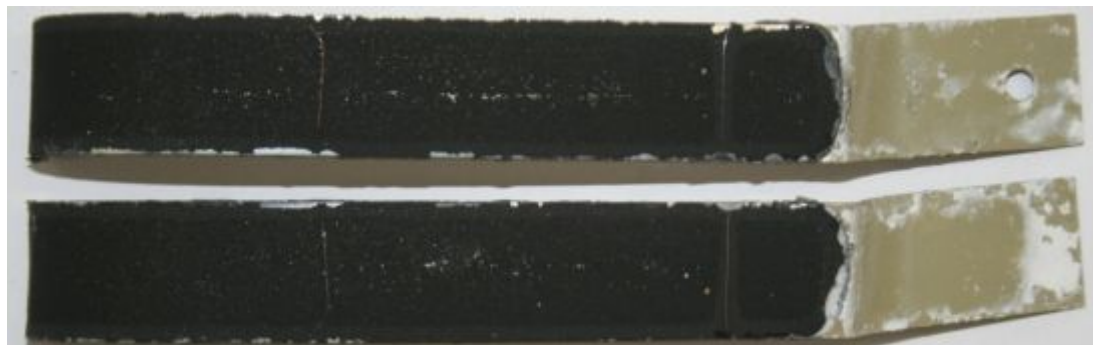
komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., ISO 11339, Lepidlo Betaguard RB 214BV, EG+PH

Příloha 10.10



komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, ISO 11339, Lepidlo Betaguard RB 214BV, EG+PH

Příloha 10.11



komora Liebisch SKB 1000 A-SC - Škoda Auto a.s., ISO 11339, Lepidlo Betaguard RB 214BV, HDG

Příloha 10.12



komora Liebisch SKB 1000 A-TR – TU v Liberci, ISO 11339, Lepidlo Betaguard RB 214BV, HDG



## Příloha 11

Tabulka typu porušení lepeného spoje u lepidla Betamate 1496F

PV 12.35	Betamate 1496F					
	komora		Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát		EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	typ porušení [%]	CF	50	50	60	70
		SCF	40	15	30	25
		AF	10	35	10	5

Tabulka typu porušení lepeného spoje u lepidla Betaguard KP03

PV 12.35	Betaguard KP03					
	komora		Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát		EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	typ porušení [%]	CF	30	30	20	30
		SCF	0	10	0	10
		AF	60+C	50+C	70+C	50+C

(značka +C za procentuelním porušením znamená, že se v daném materiálu vyskytuje koroze lepené plochy v množství odpovídajícím zbytku typu porušení do 100%)

Tabulka typu porušení lepeného spoje u lepidla Betaguard RB 214BV

PV 12.35	Betaguard RB 214BV					
	komora		Škoda Auto a.s.		TUL	
	substrát		EG+PH	HDG	EG+PH	HDG
	typ porušení [%]	CF	95	90	90	80
		SCF	0	0	5	10
		AF	5	10	5	10



Tabulka typu porušení lepeného spoje u lepidla Betamate 1496F

ISO 11339	Betamate 1496F				
	komora		Škoda Auto a.s.		TUL
	substrát		EG+PH	HDG	EG+PH HDG
	typ porušení [%]	CF	90	90	90 90
		SCF	10	10	10 0
		AF	0	0	0 10

Tabulka typu porušení lepeného spoje u lepidla Betaguard KP03

ISO 11339	Betaguard KP03				
	komora		Škoda Auto a.s.		TUL
	substrát		EG+PH	HDG	EG+PH HDG
	typ porušení [%]	CF	90	60	85 50
		SCF	0	5	5 5
		AF	5+C	30+C	10 40+C

(značka +C za procentuelním porušením znamená, že se v daném materiálu vyskytuje koroze lepené plochy v množství odpovídajícím zbytku typu porušení do 100%)

Tabulka typu porušení lepeného spoje u lepidla Betaguard RB 214BV

ISO 11339	Betaguard RB 214BV				
	komora		Škoda Auto a.s.		TUL
	substrát		EG+PH	HDG	EG+PH HDG
	typ porušení [%]	CF	100	100	100 100
		SCF	0	0	0 0
		AF	0	0	0 0

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact, in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date

Signature